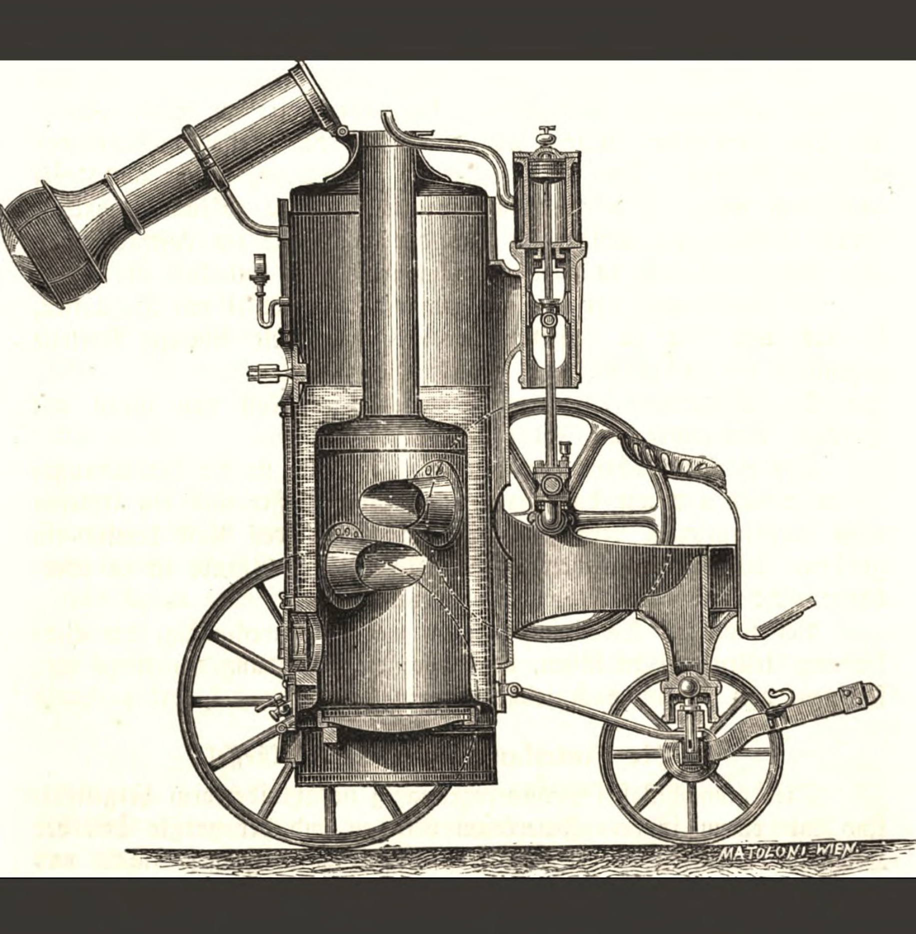


Anleitung zur Behandlung der Lokomobilen

L. Paul Lázár

Verlag von Paul Parey in Berlin SW., Wilhelmstrasse 32.

er Band verkäuflich. THAER-BIBLIOTHEK Preis pro Band in Leinen geb. 2½ Mark.

. Fütterungslehre von Dr. Emil Wolff, Professor an der Kgl. landw. Akademie Hohenheim. 4. Auflage.

. Buchführung von Dr. Freiherr v. d. Goltz, Professor in Jena. 6. Auflage.

n- und Weidenbau von Dr. F. Burgtorf, Direktor der landwirtschaftlichen Lehranstalt zu Herford. 3. Auflage.

L... 2. Auflage, bearbeitet von ...derich.

D ... ei Stass-

L ... landw.

In ... in Ulm.

L ... landw.

L

Fi

B ... .Vogel

G

D ... 2. Aufl.

M ... züchter.

P ... uflage.

G ... 2. Aufl. Potsdam.

R

Taba ... ge.

Lan ... Professor an der Hoch- Wien. 5. Auflage.

Bes ... ischule zu Stuttgart.

Fas ... g. 2. Auflage.

Ern ... Mayer, Professor an der idelberg.

Geh

Obs ... flage.

Gartenblumen (Zucht und Pflege) ... tär des Gartenbauvereins in Erfurt.

Kartoffelbau von Dr. H. Werner, Professor an der Königl. landwirtschaftlichen Akademie in Poppelsdorf. 2. Auflage.

Be- u. Entwässerung der Äcker u. Wiesen von L. Vincent, Königl. Ök.-Rat. 2. Auflage.

Gewächshäuser von J. Hart... in Weimar.

Rindviehzucht von Dr. V. Fu... zu Helmstedt. 2. Auflage.

Pferdestall (Bau und Einricht...

Viehstall (Bau und Einrichtung)...

Zu beziehen ...lung.

Anleitung

zur

Behandlung der Lokomobilen

von

L. Paul Lázár
in Budapest.



Mit 133 Textabbildungen.

Berlin.
Verlag von Paul Parey.
Verlagshandlung für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
1888

Vorwort.

Es ist ein Gebot der Naturgesetze, daß das Unentwickelte vom Vollkommneren, das Schwache vom Starken besiegt wird. Dieses Gesetz hat auch auf wirtschaftlichem Gebiete große Umwälzungen bewirkt; die traditionellen Handwerkszeuge mußten den durch tierische Kraft getriebenen Maschinen weichen, bis auch die letzteren durch Maschinen, welche durch Elementarkräfte getrieben werden, allmählich in den Hintergrund gedrängt wurden.

Die vorteilhafteste unter den Elementarkräften ist ohne Zweifel die in der Windströmung und im Wassergefälle liegende Kraftquelle; diese wird durch die Natur unentgeltlich geboten und harrt sozusagen nur der Vorrichtung, welche sie zur Leistung nützlicher Arbeit anhält. Diese Kraftquellen sind aber einstweilen mit dem Nachteile verbunden, daß sie räumlich sehr eng begrenzt, d. h. nur in beschränktem Raume zweckmäßig verwertbar sind. Nach Jahrzehnten vielleicht, wenn sich der Segen unsichtbarer Arbeitskraft durch vervollkommnete elektrische Vorrichtungen auf Meilen übertragen lassen wird, werden diese natürliche Kraftquellen auch der landwirtschaftlichen Arbeit den wichtigsten und umfassendsten Nutzen leisten können.

Einstweilen aber müssen wir uns noch mit den in den Brennstoffen enthaltenen Kräften begnügen, welche sich ohne jeglichen Verlust und zumeist auch wohlfeil überallhin befördern und an beliebigen Orten verwerten lassen. Die in den Brennstoffen enthaltene Kraft äußert sich in der Spannkraft der geheizten Luft, der explodierenden Gase und des Wasserdampfes; von diesen drei Kraftquellen besitzt in der Landwirtschaft die letztere die größte Wichtigkeit, wo sie durch die Lokomobile zur Geltung kommt.

Die Lokomobile wird im Dienste des Landwirtes sich aber nur dann heilsam erweisen, wenn man mit ihr entsprechend umzugehen weiß; es ist daher Aufgabe des Landwirtes, die richtige Behandlung der Maschine in Hinsicht der Sparsamkeit, wie auch in jener der Sicherheit genau, wie die tierische Triebkraft zu kontrollieren. Von nicht minderem Belange ist ferner, daß der Landwirt bei Beschaffung der Maschine gerade so imstande sei, die seinen Verhältnissen am besten

entsprechende Lokomobile zu beurteilen und auszuwählen, wie er heute in der Lage sein muß die anzukaufende tierische Triebkraft zu beurteilen.

Das maschinentechnische Fachwissen ist also für den Landwirt fast von derselben Wichtigkeit, wie alle übrigen Kenntnisse der Wirtschaftslehre. Der Landwirt hat denn auch dahin zu streben, daß er sich diese Kenntnisse so gründlich als möglich aneignet; denn nur diese befähigen ihn dazu, sich die Errungenschaften der modernen Zeit nutzbar zu machen; und ist auch die Erwerbung dieser Kenntnisse mit einiger Mühe verbunden, so ist auf anderer Seite nicht zu vergessen, daß gründliches Wissen auch auf landwirtschaftlichem Gebiete die sicherste Grundlage des Gedeihens ist.

In der sonst ziemlich reichen Litteratur der landwirtschaftlichen Maschinenlehre hat sich bisher der Mangel eines Fachwerkes sehr lebhaft fühlbar gemacht, welches die gründliche Beschreibung und Behandlung der Lokomobile, dieser im Dienste der Landwirtschaft vielleicht meist verbreiteten Maschine, wie auch alles Wissenswerte, ohne dessen Beachtung ein vorteilhafter Gebrauch der Lokomobile gar nicht denkbar ist, in leichtverständlicher, auch dem mit geringerem Vorwissen ausgestatteten Publikum zugänglicher Art bietet.

Diese Lücke auszufüllen, strebt das vorliegende Buch an. Dasselbe wurde in ungarischer Sprache durch den Verlag des Ungarischen Landes-Agrikulturvereins der Öffentlichkeit übergeben; und da auf diesem Gebiete sich auch in Deutschland das Bedürfnis nach einem solchen Handbuch fühlbar machte, so habe ich auch eine deutsche Bearbeitung des Werkes veranstaltet, in welcher auf die spezifisch deutschen Verhältnisse volle Rücksicht genommen ist.

Für die Instandhaltung der Lokomobile ist die Behandlung des Speisewassers unzweifelhaft von höchstem Belange; das bezügliche Kapitel dieses Buches ist von Prof. Dr. Vinzenz Wartha in Budapest freundlichst revidiert worden, wofür ich demselben hiemit meinen besten Dank abstatte.

Gleichzeitig erachte ich es für meine angenehme Pflicht, an diesem Orte, meinem Freunde Herrn Max Levy in Berlin für das mühevolle Korrekturlesen dieses Buches, bestens zu danken.

Und somit übergebe ich das Buch dem landwirtschaftlichen Publikum mit dem Wunsche, es möchte mir gelungen sein, dazu beizutragen, daß die Kenntnisse von der Behandlung und der Konstruktion der Lokomobile in möglichst weite Kreise Eingang finden.

Im Sommer 1887.

Der Verfasser.

Inhalt.

Seite

Einleitung.

Es ist allgemein bekannt, daß an der Oberfläche einer Wassermenge, die sich in einem offenen Gefäß befindet, sich beständig Dünste bilden; wird das Wasser bis 100 ⁰ Celsius*) erwärmt, so werden auch die inneren Wasserteilchen zu Dampf und verflüchtigen sich, nachdem sie sich zur Oberfläche emporgehoben haben.

Das Wasser verdampft um so rascher, d. h. die Dampfbläschen sind um so leichter im stande von der Wasserfläche aufzusteigen, je geringer der Luftdruck ist, der auf ihnen lastet; auf Anhöhen siedet daher das Wasser rascher, als in der Ebene, da an höher gelegenen Orten der Luftdruck geringer ist, als an niedriger gelegenen.

Daraus erhellt nun, daß der Siedepunkt des Wassers kein konstanter ist; derselbe hängt vielmehr von dem auf dem Wasser lastenden Drucke in der Art ab, daß mit zunehmendem Drucke auch der Siedepunkt steigt. Ferner wird das Sieden des Wassers durch die darin befindlichen Unreinlichkeiten, wie Erdteile, Salze oder Fettteile gleichfalls verzögert.

Bei offenen Gefäßen hat der Druck des aufsteigenden Dampfes bloß den Luftdruck zu überwinden, welch letzterer auf dem Niveau des Meeresspiegels auf jeden Quadratcentimeter Flächenraum 1,0308 kg beträgt. Behufs Vereinfachung der Berechnung nehmen wir unter Druck-Einheit jenen Druck an, welchen ein Gewicht von 1 kg auf einen Flächenraum von 1 cm^2 ausübt. Dieser

*) Zur Bezeichnung des Wärmegrades werden hier immer Celsiusgrade verwendet werden. Wenn man sich vor Augen hält, daß der Gefrierpunkt des Wassers bei Celsius und Reaumur mit 0, der Siedepunkt desselben aber bei C. mit 100, bei R. mit 80 bezeichnet wird, so wird es leicht sein die beiderlei Grade umzurechnen:

$$1^{\circ}\text{ C.} = 0{,}8^{\circ}\text{ R.}$$
$$1^{\circ}\text{ R.} = 1{,}25^{\circ}\text{ C.}$$

so z. B. sind: $30^{\circ}\text{ C.} = 30 \times 0{,}8^{\circ}\text{ R.} = 24{,}0^{\circ}\text{ R.}$
$24^{\circ}\text{ R.} = 24 \times 1{,}25\text{ C.} = 30^{\circ}\text{ C.}$

Druck vermag eine 10 m hohe Wassersäule oder eine 0,75 m hohe Quecksilbersäule im Gleichgewicht zu erhalten, was mit Rücksicht auf die Anforderungen des praktischen Lebens den natürlichen Luftdruck mit ziemlicher Genauigkeit wiedergibt.

Da die Spannung des aus offenem Gefäß aufsteigenden Dampfes nur den als konstant zu betrachtenden Luftdruck zu überwinden hat, so verbleibt, wie sehr wir auch das Wasser erwärmen, die Temperatur desselben und des entwickelten Dampfes beständig auf 100°, da die entwickelten Dämpfe in die Luft entweichen und ihre Spannung daher einem Luftdrucke gleich bleibt.

Wird dagegen das Wasser in geschlossenem Gefäß gewärmt, so fängt es zwar gleichfalls bei 100° an zu sieden; allein der entstehende Dampf sucht ungefähr das 1700fache desjenigen Raumes auszufüllen, den er in flüssigem Zustande eingenommen hat, und so stoßen denn infolge des hierdurch entstandenen Druckes die neu sich bildenden Dampfblasen bereits auf erhöhten Widerstand; das Wasser muß also auf mehr als 100° erhitzt werden, damit die Dampfentwickelung sich fortsetzen kann, und je mehr Dampf sich gebildet hat, desto größer wird seine Spannung sein, und auf einen um so höheren Wärmegrad muß demnach das Wasser erhitzt werden, damit neuer Dampf sich bilden kann.

Zu dem Zweck angestellte Versuche haben gezeigt, daß bei einem gewissen Drucke das Wasser stets auf einen gewissen entsprechenden Wärmegrad erhitzt werden muß, wenn anders neuer Dampf sich bilden soll; d. h. daß bei einem Gemisch von Dampf und Wasser die Spannung und die Temperatur von einander abhängig sind. Dieser Zusammenhang erhellt deutlich aus den Daten der nachstehenden Tabelle:

Zusammenhang der Dampfspannung, der Temperatur, des Dampfgewichts und der Wärmequantität.

Dampfspannung in Atmosphären	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dampftemperatur in C-Graden	99,1	119,6	132,8	142,8	151	158	164	169,5	174,4	180
Gewicht eines m³ Dampfes in kg	0,606	1,163	1,702	2,230	2,750	3,263	3,771	4,275	4,774	5,270
Wärme-Einheiten in 1 kg Dampf	637	642	647	650	653	655	657	658	660	662

Der Zusammenhang zwischen Dampfspannung und Temperatur liefert zugleich die Erklärung für die kontinuierliche Dampfbildung.

Wird nämlich aus einem Kessel Dampf abgeleitet und dadurch die Spannung des im Kessel verbleibenden Dampfes vermindert, so ist die Temperatur des Wassers thatsächlich eine höhere, als die dem Dampfdrucke entsprechende und bildet sich daher aus dem Wasser immer wieder neuer Dampf, bis der Druck die der Wassertemperatur entsprechende Höhe erreicht.

Es kann aber auch vorkommen, daß dem Kessel kein Dampf entnommen wird und das Wasser dennoch sich zu einem höheren Wärmegrad erhitzt, als dem, welcher der Spannung des mit ihm sich berührenden Dampfes entspricht, was eintritt, sobald aus dem Wasser alle Luft ausgetrieben wird; dieses ausgekochte Wasser entwickelt alsdann auch bei geringer Erschütterung sehr stürmisch neue Dämpfe, bis die Dampfspannung wieder der Temperatur entspricht. Dieser Zustand, welcher „Siedeverzug" genannt wird, kann für den Kessel möglicherweise gefährlich werden, da die jähe Dampfbildung eine Kesselexplosion herbeiführen kann. Um dieser Gefahr zu begegnen, ist es angezeigt, das ausgekochte Kesselwasser wenigstens zum Teil durch frisches Wasser zu ersetzen.

Aus dem Zusammenhang zwischen Temperatur und Spannung folgt ferner, daß, da bei einer gewissen Temperatur sich nur eine entsprechende Quantität von Dämpfen entwickeln läßt, die Dichtigkeit oder das Gewicht des Dampfes gleichfalls von seiner Spannung abhängt. Die im Wege von Experimenten bestimmten Gewichtsdaten sind gleichfalls in der vorhergehenden Tabelle enthalten.

Wir haben erwähnt, daß zwischen der Spannung und der Temperatur des Dampfes ein bestimmter, ständiger Zusammenhang besteht, was zu der Folgerung führt, daß auch zwischen der Dampfspannung und der zur Erzeugung des Dampfes erforderlichen Wärmemenge ein gewisser Zusammenhang vorwalten muß.

Behufs Vergleichung der Wärmemengen nehmen wir als Wärmeeinheit (Caloria) jene Wärmemenge an, welche die Temperatur eines Liter oder eines Kilo Wassers um einen Grad Celsius zu erhöhen im stande ist. Daraus geht hervor, daß zur Erhöhung von einem Kilo 0gradigen Wassers auf 100 ^{0} hundert Wärmeeinheiten erforderlich sind. Wollen wir jedoch das Wasser in Dampf verwandeln, so muß das Wasser zuerst auf jene Temperatur erhitzt werden, welche der Dampf besitzt und ist dann noch soviel Wärme hinzuzuleiten als erforderlich ist, um das flüssige Wasser in Dampf zu verwandeln. Diese letztere Wärmemenge wird Verdampfungs- oder latente Wärme genannt. (Bei 100^0 Dampf ungefähr 537 Wärmeeinheiten.) Diese latente Wärme wird abermals frei, wenn der Dampf sich niederschlägt und die Praxis

macht sich dies zu nutze, indem sie die latente Wärme des Abdampfes zur Vorwärmung des Speisewassers benützt.

Der Zusammenhang zwischen der Dampfspannung und der zur Erzeugung von Dampf erforderlichen Wärmemenge ist gleichfalls in der vorigen Tabelle dargestellt und zeigen die diesbezüglichen Daten zur Evidenz, daß die Dämpfe von höherer Spannkraft nur eine um ein geringes höhere Wärmemenge erheischen, als diejenigen von geringerer Spannkraft, und dies allein weist schon darauf hin, daß es viel wohlfeiler ist mit Dämpfen von größerer, als mit solchen von kleinerer Spannkraft zu arbeiten.

Unleugbar ist jedoch, daß die Erhaltung des Dampfes auf höherem Drucke eine aufmerksamere Feuerung erfordert; denn die große Spannung kann leicht abnehmen, oder auch stürmisch zunehmen. Im praktischen Leben wird bisher bei Lokomobilen zumeist mit Dämpfen von 3—5 Atmosphären gearbeitet, es wäre jedoch empfehlenswerter bis zu 7—8 Atmosphären hinauf zu gehen.

Behufs Nutzbarmachung des Dampfes wird derselbe von seinem Entwickelungsorte durch ein Rohr in ein Gefäß geleitet, worin ein Kolben angebracht ist. Die Spannung des Dampfes schiebt den Kolben vorwärts und verrichtet so viel Arbeit, als dem auf die Kolbenfläche geübten Drucke, multipliziert mit dem zurückgelegten Wege, entspricht.

Unser Zweck ist aber, durch Dampfdruck Arbeitsmaschinen zu treiben, weshalb die geradlinige Bewegung des Kolbens noch in eine drehende umzuwandeln ist.

Der Apparat, in welchem das Wasser zu Dampf verwandelt wird, heißt der Kessel. Jener andere wieder, welcher die Dampfkraft in Bewegung umsetzt, wird Dampfmaschine genannt.

Kessel und Dampfmaschine können gesondert placiert sein, oder sie bilden insgesamt eine einheitliche Konstruktion. Die erstere Gruppe umfaßt die sogenannten stationären Dampfmaschinen, bei welchen der Kessel zumeist eine besondere Einmauerung, die Dampfmaschine aber eine starke Fundierung erheischt. Diese Maschinen entsprechen größeren Krafterfordernissen und finden insbesondere in der Groß-Industrie Verwendung.

Sind der Kessel und die Dampfmaschine auf einem Rahmen montiert und durch eine Wagenvorrichtung gemeinschaftlich leicht beförderbar, so wird diese Konstruktion Lokomobile genannt, während die Maschine, wenn sie sich selbst und andere Lasten weiter zu befördern vermag, Lokomotive heißt. Noch sind zu erwähnen die lokomobilartigen Maschinen, deren Konstruktion mit jener der Lokomobilen identisch ist, nur daß sie keine besondere Beförderungsvorrichtung besitzen. Lokomotivartige Maschinen hingegen sind

solche, welche zum Teil zu ihrer eigenen und zu anderweitiger Lasten Weiterbeförderung, zum Teil aber an einem und demselben Orte zur Verrichtung von Nutzarbeit verwendbar sind. Solche sind die Straßen- oder Zug- und die Pflug-Lokomotiven.

Von den hier aufgezählten Maschinen werden wir uns in diesem Buche nur mit den Lokomobilen beschäftigen, deren Zweck darin besteht, an verschiedenen Orten verschiedenartige landwirtschaftliche Arbeitsmaschinen zu treiben.

Erster Abschnitt.

Beschreibung der Konstruktion und der Behandlung der Lokomobilen.

Da die Lokomobile die Aufgabe hat, an verschiedenen Orten verschiedenartige Arbeiten zu verrichten, so wird deren Konstruktion an folgende Bedingungen geknüpft:

1. Leichte Transportfähigkeit, demnach möglichst geringes Gewicht und möglichst geringe Dimensionen.
2. Möglichst vollkommene Ausnützung der im Brennstoff enthaltenen Heizkraft und die Fähigkeit, die Arbeitskraft der Maschine innerhalb gewisser Grenzen zu modifizieren.
3. Einfache Konstruktion, einfache Kessel- und Maschinen-Behandlung und ferner die Möglichkeit, die einzelnen Teile leicht zu reinigen.
4. Die dem Transporte und den mannigfachen Bestimmungen angemessene Dauerhaftigkeit der Konstruktion und die Reparaturfähigkeit, beziehungsweise leichte Ersetzbarkeit der abgenützten Bestandteile.

Die Hauptbestandteile der Lokomobile sind der Kessel, die Dampfmaschine und die Wagenvorrichtung.

I. Der Kessel der Lokomobile.

Der Lokomobilkessel hat die Bestimmung die durch den Brennstoff erzeugte Wärme in sich aufzunehmen, dieselbe möglichst vollkommen dem Wasser, das er enthält, mitzuteilen und den entwickelten Dampf ohne jede Gefahr der Dampfmaschine zur Verfügung zu halten. Behufs leichtern Überblicks behandeln wir abgesondert die Hauptbestandteile des Lokomobilkessels und dessen Material, sowie die Einteilung, die Feuerung, die Sicherheitsvorrichtungen und die allgemeine Behandlung desselben.

A. Hauptbestandteile und Material des Kessels.

Bei dem Lokomobilkessel werden in einer Büchse (Feuerbüchse), oder in einem Rohre (Heizrohre) durch Verbrennung von verschiedenartigem Brennmaterial große Quantitäten von Heizgasen entwickelt. Diese werden, teils im Feuerraum, teils während ihres weitern Abzuges verbrennend, mittelbar, oder zuerst das Heizrohr passierend durch zahlreiche dünne Röhren (Feuerröhren) geleitet und teilen auf ihrem Wege einen großen Teil ihrer Wärme der von ihnen berührten Fläche (Heizfläche) mit, sammeln sich dann in einer Kammer (Rauchkammer), und strömen endlich durch den Schornstein ins Freie hinaus. Ein Teil des Kesselraumes ist mit Wasser gefüllt (Wasserraum), aus welchem die Dämpfe in den oberen Teil des Kessels (Dampfraum) steigen, wo sie zur Verfügung der Dampfmaschine gehalten werden.

Demnach sind die Hauptbestandteile des Kessels: der Feuerraum, die Heizfläche, der Wasserraum und der Dampfraum.

1. Der Feuerraum.

Der Brennstoff wird bei Lokomobilkesseln stets auf einem im Innern des Kessels angebrachten, zumeist flachen Roste verbrannt, welcher aus nebeneinander gelegten Stäben besteht, durch deren Spalten die zur Verbrennung erforderliche Luftmenge in den Feuerraum gelangt. Durch diese Zwischenräume fallen auch die unverbrannten Kohlenteile und die Asche ab, zu deren Aufnahme der Aschenkasten dient.

Bei manchen Lokomobilen ist hinter dem Roste auch noch eine Feuerbrücke vorhanden, welche die gute Vermischung der Heizgase und damit deren vollständige Verbrennung befördert. Die Größe der Rostfläche hängt von der Qualität und Quantität der zu verbrennenden Stoffe ab. So ist bei Stroh- und Holzfeuerung die größte Fläche, bei Braunkohle eine kleinere und bei Schwarzkohle die kleinste erforderlich. (Bei Lokomobilen mit Kohlenfeuerung ist eine Rostfläche von 4—6 dm^2 per Pferdekraft erforderlich.)

2. Die Heizfläche.

Die im Feuerraume erzeugten Gase ziehen das Innere des Kessels entlang. Jene Fläche des Kessels, welche von außen von diesen Heizgasen, inwendig aber vom Wasser berührt wird, heißt die Heizfläche. Die Bestimmung der Heizfläche ist, die Wärme der Feuergase möglichst vollständig aufzunehmen und dem Wasser mitzuteilen.

Es ist bekannt, daß von zwei, sonst gleichartigen Körpern derjenige der bessere Wärmeleiter ist, dessen Oberfläche reiner ist. Nun wird aber die Heizfläche von außen durch Asche und Ruß, von innen durch Rost, Schlamm und Kesselstein belegt, wodurch dieselbe ein gut

Teil ihres Wärmeleitungs=Vermögens verliert, was nebst der schlechten Verwertung des Brennmaterials auch noch die Gefahr zur Folge haben kann, daß die Kesselwand, da sie sich nicht abzukühlen vermag, verbrennt und eine Kesselexplosion verursacht. Selbst bei vollkommen reinen Platten kann dieser Fall sich ereignen, wenn die Heizfläche nur durch Dampf gekühlt wird, denn der Dampf ist ein schlechter Wärmeleiter und daher nicht im stande, die von der Heizfläche aufgenommene Wärme rasch genug abzuleiten. Es ist demnach von hoher Wichtigkeit, daß man auf den normalen Wasserstand achtet und zu mindest so viel Wasser im Kessel hält, daß der höchste Teil der Heizfläche noch in einer Höhe von ungefähr 10 cm vom Wasser bedeckt sei.

Die Heizgase, welche auf dem Roste eine Temperatur von ungefähr 1000° besitzen, gelangen, nachdem sie die Heizfläche entlang gezogen sind, mit ungefähr 300° in den Schornstein. Die Heizfläche nimmt um so mehr Wärme auf, je größer sie ist, doch kann eine zweimal so große Heizfläche von denselben Heizgasen nicht auch ein zweimal so großes Wärmequantum aufnehmen, da die Heizgase auf dem vordern Teil der Heizfläche bedeutend abkühlen und der Hinterteil der Heizfläche mithin von den abgekühlten Gasen nunmehr ein geringes Quantum aufzunehmen vermag. Selbstverständlich wird jener Teil der Heizfläche der wirksamste sein, welcher mit den wärmsten Gasen in Berührung kommt, und da bei Lokomobilen wegen des erforderlichen Luftzuges die Heizgase unbedingt mit ungefähr 300° in den Rauchfang gelangen müssen, so sehen wir, daß es bei einer gewissen Rostfläche überflüssig wäre die Heizfläche zu vergrößern. (Bei Lokomobilen ist die Heizfläche in der Regel das 40fache der Rostfläche, und in diesem Falle ist ein kg Kohle im stande ungefähr 5—8 kg Dampf zu erzeugen. Im übrigen wird per Pferdekraft eine Heizfläche von 1,5—2 m gewählt.)

3. Der Wasserraum.

Jener Raum des Kessels, welcher während des Betriebes mit Wasser gefüllt ist, wird Wasserraum genannt.

Bevor im Kessel sich Dampf bilden würde, muß das Wasser vorerst bis zu seinem Siedepunkte erhitzt werden; bei Kesseln mit großem Wasserraume läßt sich daher nicht so rasch Dampf erzeugen, wie bei solchen mit kleinem Wasseraume. Andererseits aber bildet die große Wassermenge gleichsam ein Reservoir, welches bei stärkerer Feuerung die Wärme aufnimmt, um sie bei schwächerer Feuerung wieder abzugeben, ohne daß hierdurch die Spannkraft des Dampfes wesentlich beeinträchtigt würde. Aus diesem Grunde ist denn auch die Heizung der Kessel mit großem Wasserraume eine viel bequemere

und ihr Betrieb ein verläßlicherer. Allein bei längerer Arbeitspause geht die in der großen Wassermenge aufgespeicherte Wärmemenge unbenützt verloren und so ist denn bei Lokomobilen das zweckmäßigste, den Mittelweg zwischen kleinem und großem Wasserraum einzuhalten.

Nicht minder wichtig ist die Größe der Wasserfläche, denn bei einem gewissen Dampfbedarfe entwickelt sich um so mehr Dampf auf der Einheitsfläche, je kleiner die ganze Wasserfläche ist und so entsteht bei kleinerer Wasseroberfläche leichter das sogenannte Überschäumen, bei welchem durch den Dampf Wasser in den Cylinder geschleudert wird. Da dieses heiße Wasser keine Arbeit verrichtet, so geht die in ihr enthaltene Wärmemenge verloren und überdies wird dadurch der Cylinder verdorben. Ein größerer und höherer Dampfdom hilft einigermaßen dem Übelstande ab, doch ist es immer besser, wenn die Wasserfläche eine hinreichend große ist, was leicht daran zu erkennen ist, daß vom Schornstein kein Wasser niederträuft. Solches kann übrigens vorübergehend auch bei großen Wasserflächen sich ereignen, wenn im Kessel zu viel Wasser enthalten, wenn das Wasser unrein ist 2c.

Der Wasserstand schwankt infolge der ungleichen Dampfentnahme und Heizung immer innerhalb gewisser Grenzen; die durch die Praxis gestatteten Grenzen werden der höchste, der mittlere und der tiefste Wasserstand genannt. Sinkt das Wasser unter den tiefsten Wasserstand hinab, so kann der Kessel leicht von einer Gefahr betroffen werden.

4. Der Dampfraum.

Der Raum, welcher zur Ansammlung des erzeugten Dampfes dient, wird Dampfraum genannt.

Da die Dampfbildung sich fortwährend, die Dampfentnahme aber sich nur zeitweilig vollzieht, so schwankt auch die Spannung des Dampfes innerhalb gewisser Grenzen; doch darf sie die erlaubten Grenzen niemals überschreiten. Dieses Schwanken ist verhältnismäßig umsoweniger wahrnehmbar, je größer der Dampfraum; bei der Bestimmung der Dimension des Dampfraumes ist ferner auch noch jener Umstand in Betracht zu ziehen, daß die aufsteigenden Dampfbläschen mehr oder weniger Wasser mit sich reißen, von welchen der Dampf sich läutern muß, bevor er benützt wird. Bei kleinem Dampfraum, wo der Dampf sozusagen unmittelbar nach seiner Bildung in den Cylinder geleitet wird, gelangt in der Regel sehr viel Wasser in den Cylinder, was die bereits erwähnten Nachteile verursacht.

Bei gleichartigem und ununterbrochenem Dampfverbrauch wird auch ein kleiner Dampfraum genügen, doch wird es jedenfalls geboten sein, den Dampf von einem höher gelegenen Teile des Kessels (Dampfdom) wegzuleiten und den Dampfraum groß genug anzulegen.

5. Material und Bekleidung des Kessels.

Aus der Bestimmung des Kessels folgt, daß von dem zur Erzeugung des Kessels verwendeten Material gefordert werden muß, daß dasselbe die im Feuerraume des Kessels entstehende Wärme möglichst rasch aufnehme und möglichst vollständig dem im Kessel enthaltenen Wasser mitteile. Das Material hat sonach in erster Reihe ein ausgezeichneter Wärmeleiter zu sein.

Aus Rücksichten der Sicherheit wird ferner erfordert, daß das angenwendete Material eine den Bedingungen des Betriebs entsprechende Festigkeit besitzt, und fordern wir, da die Wärme die Festigkeit der Stoffe angreift, daß das Material des Kessels eben da von größter Festigkeit ist, wo es mit den wärmsten Heizgasen in Berührung kommt. Dazu erheischt noch die Praxis, daß das betreffende Material sich leicht bearbeiten lasse und verhältnismäßig wohlfeil sei.

Diesen Bedingungen entsprechen am besten das Schmiedeeisen, der Stahl und das Kupfer.

Schmiedeeisen wird schon seit langer Zeit zur Erzeugung von Kesselplatten verwendet, da es ein guter Wärmeleiter von großer Festigkeit ist, dabei sich leicht bearbeiten läßt, und sich im Preise ziemlich wohlfeil stellt. Der größte Teil der Heizfläche besteht aus gezogenen Schmiedeeisenröhren, welche infolge ihres geringen Durchmessers von sehr großer Festigkeit sind. Die großen Kesselplatten werden aus geschweißtem Eisen gewalzt. Infolge von Unachtsamkeit können Schlackenteile in den Platten verbleiben, welche bei der Kaltwasserprobe gar nicht wahrnehmbar sind, bei Beheizung des Kessels aber die Bildung von Blasen verursachen, welche leicht verbrennen und auch eine Kesselexplosion herbeiführen können. Es muß daher sofort nach dem ersten Beheizen untersucht werden, ob ähnliche Blasen sich auf der Heizfläche zeigen.

Die gegossenen Stahlplatten sind gleichfalls gute Wärmeleiter und besitzen ebenfalls eine sehr große Festigkeit. Gleichwohl kann die Verwendung von Stahlplatten nicht empfohlen werden, da bei ihrer Bearbeitung in ihrer Festigkeit eine Veränderung eintritt.

Auch Kupfer ist ein vortrefflicher Wärmeleiter, jedoch von geringer Festigkeit, daher bei dessen Verwendung eine größere Wandstärke zu wählen sein wird.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß diejenigen Bestandteile des Lokomobilkessels, welche mit den Heizgasen in Berührung kommen, lediglich aus Schmiedeeisen zu verfertigen sind. Andere Teile, so Armaturgegenstände und Röhren von kleinem Durchmesser, werden aus Messing, Deckel- und Nebenbestandteile von kleineren Dimensionen aber aus Gußeisen hergestellt.

Die Festigkeit der Konstruktion hängt indessen nicht allein vom Material, sondern auch von der Gestalt des betreffenden Bestandteiles ab. Die Kugel- und Cylindergestalt ist dem Druck gegenüber viel widerstandsfähiger, als ebene Flächen, daher sie auch aus verhältnismäßig dünnen Platten, also aus besseren Wärmeleitern verfertigt werden können, als die ebenen Platten, welche zumeist auch noch besonders zu versteifen sind.

* * *

Der Kessel ist gegen Abkühlung durch eine Bekleidung von schlechtem Wärmeleiter zu schützen. Am besten wird zu diesem Zwecke die Luft verwendet, welche wir durch ein den Kessel umfangendes Blech abschließen. Das Blech ruht auf Holzringen, welche am Kessel angebracht sind, und wird durch einzelne Spangen zusammengehalten, sodaß zwischen der Kesselwand und der Blechhülle ein Luftraum von 30—50 mm bleibt, in welchem die warme Luft enthalten ist.

Es wurde auch der Versuch gemacht, den Kessel mit Holzlatten, ja auch mit Filz zu bekleiden, doch besitzen diese keinerlei Vorteile gegenüber der Luftschicht.

Die Blechplatte wird zum Schutze gegen Rost von innen mit Holzteer, von außen mit Farbe bestrichen.

Der einzige Nachteil der Bekleidung ist, daß sie die Verbindungsstellen bedeckt und wir das Hervorsickern von Wasser aus den letzteren nicht wahrzunehmen vermögen, bis nicht durch den Rost bereits ein größerer Schaden angerichtet wurde. Aus diesem Grunde ist es überhaupt nicht üblich die Feuerbüchse zu bekleiden.

Bei sonstigen Bekleidungen aber wäre es zweckmäßig, die Verbindungsstellen frei zu lassen, oder aber die Bekleidung derart zu verfertigen, daß sie sich auch leicht zerlegen lasse.

B. Die Einteilung der Lokomobilkessel.

Die Lokomobilkessel werden regelmäßig in Cylinderform hergestellt, sind mit einem inneren Feuerraum versehen und der größte Teil der Heizfläche besteht entweder aus Feuerröhren in großer Anzahl und von geringem Durchmesser, welche im Wasserraume untergebracht sind, oder aus einigen Röhren (Sieberöhren) von größerem Umfange, welche im Feuerraume liegen und durch welche das Wasser zirkuliert. Bei anderen Konstruktionen dagegen werden die Verbrennungsgase durch weite Röhren (Heizröhren) geleitet, ehe sie in die Feuerröhren gelangen.

All' diese Konstruktionen stimmen jedoch darin überein, daß der Cylinderkessel entweder senkrecht oder horizontal placiert ist, sodaß wir die Lokomobilkessel in 2 Hauptgruppen und zwar in die der stehenden und in die der liegenden Kessel teilen können.

1. Stehende Lokomobilkessel.

Wegen seiner Einfachheit ist der mit Galloway=Röhren versehene stehende Kessel von Lanz in Mannheim (siehe Fig. 1) zu empfehlen. Im Innern des senkrechten äußeren Cylinders ist eine gleichfalls cylinderförmige Feuerbüchse angebracht, worin übereinander und sich gegenseitig durchkreuzend 2—3 Sieteröhren angebracht sind, durch welche das Wasser frei sich bewegen kann.

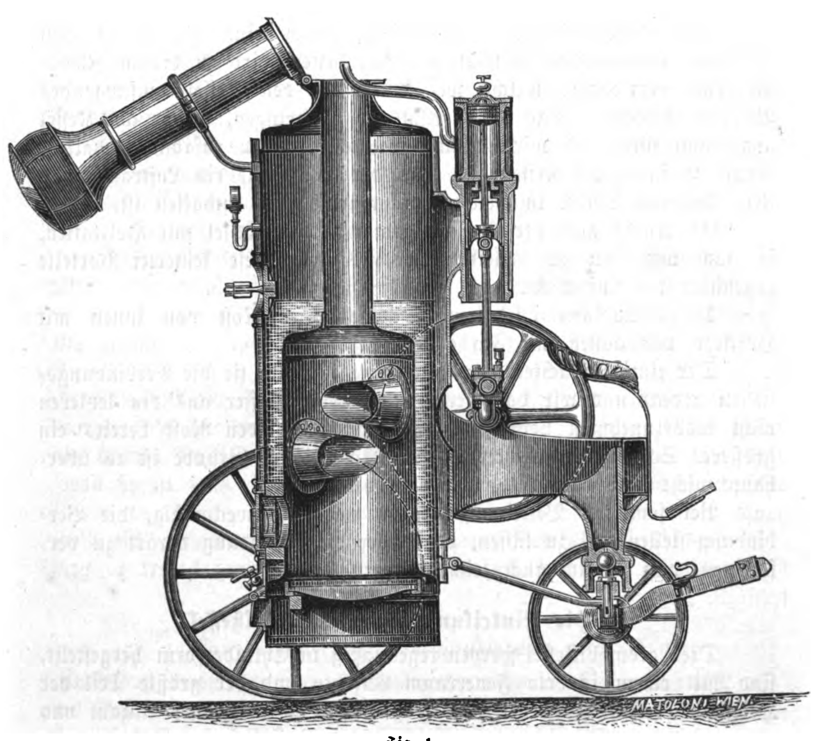


Fig. 1.

Die Feuerbüchse wird unten entweder mittelst Eisenringes an den äußern Cylinder befestigt, oder aber, wie die Figur zeigt, werden dessen untere Ränder ausgebogen und an den äußern Cylinder genietet, während bei der Feuerthür, zwischen die beiden Cylinder, ein Ring placiert wird. Bei zweckmäßigen Konstruktionen wird auch bei der Feuerthür die Platte der Feuerbüchse ausgebogen, bei dem Roste aber nach einwärts gewölbt, so daß die Flammen oberhalb des Rostes die

Wände der Feuerbüchse und die bei der Feuerthür befindlichen Niete nicht so unmittelbar berühren können.

Um die unteren Ränder der Feuerbüchsen läuft ein L Träger, auf welchem die gußeisernen Roststäbe sich stützen; unter dem Roste ist der Aschenkasten angebracht, an dessen Vorderseite der Luftzug durch eine um Scharniere sich drehende Thüre reguliert werden kann.

Das Wasser bedeckt den Oberteil der Feuerbüchse noch in einer Höhe von mindestens 10 cm und füllt den Raum zwischen den beiden Cylindern gänzlich aus. Dieser Raum bildet zugleich die schwächste Seite der Kessel dieser Kategorie, da der sich hier ablagernde Kesselstein mittelst Werkzeugs fast nicht herauszubringen ist; ähnliche Kessel können daher zweckmäßig nur bei gänzlich reinem Wasser verwendet werden, oder es ist bei ihnen das Wasser zuvörderst chemisch zu reinigen.

Behufs leichterer Entfernung des Schlammes befinden sich im Unterteile des äußeren Cylinders 3—4 Schlammlöcher, welche durch innen anliegende Deckel mittelst Bügel und Klemmschrauben versperrbar sind und sich leicht öffnen und schließen lassen. Durch diese Löcher hindurch kann der Schlamm mittelst Krätzers ausgescharrt — und mittelst Spritze ausgewaschen werden.

Im Oberteile des äußern Cylinders befindet sich ein großes Mannloch, durch welches auch die Decke der Feuerbüchse gereinigt werden kann. Überdies werden auch noch den einzelnen Sieberöhren entsprechend Putzlöcher angebracht, durch welche die Sieberöhren der Reinigung zugänglich sind.

Die Heizgase, indem sie vom Roste aufsteigen, stoßen sich an die querliegenden Sieberöhren und teilen hierdurch ihre Wärme besser mit, als wenn sie die Heizfläche nur seitwärts berührten und direkt in den Schornstein zögen. Der Schornstein geht durch den Dampfraum und die Rauchgase trocknen infolge dessen den Dampf; unter regelmäßigen Verhältnissen ist es nicht geraten, die Heizfläche in den Dampfraum zu legen; da jedoch bei der dargestellten Konstruktion die durch den Schornstein abziehenden Gase bereits zum größten Teil abgekühlt sind, so ist nicht zu befürchten, daß die Heizfläche glühend wird.

Da auf den Oberteil der Sieberöhren sich Ruß und Asche lagern, müssen dieselben durch die Feueröffnung mindestens einmal täglich abgefegt werden.

Die stehenden Kessel besitzen nur eine geringe Wasserfläche, daher der Dampf vom Dampfdome abzuleiten ist, da sonst viel Wasser in den Cylinder gerissen wird.

Statt großer Sieberöhren pflegt man auch 3—4 kleinere in mehreren Reihen quer untereinander zu legen, welche Röhren die Heiz-

gase besser teilen, lebhaftere Wasserbewegung und sonach eine raschere Dampfbildung hervorrufen, als die größeren Röhren; jedoch ist ihre Reinigung eine umständlichere, und darum sind sie auch nur bei vollkommen reinem Speisewasser zu empfehlen.

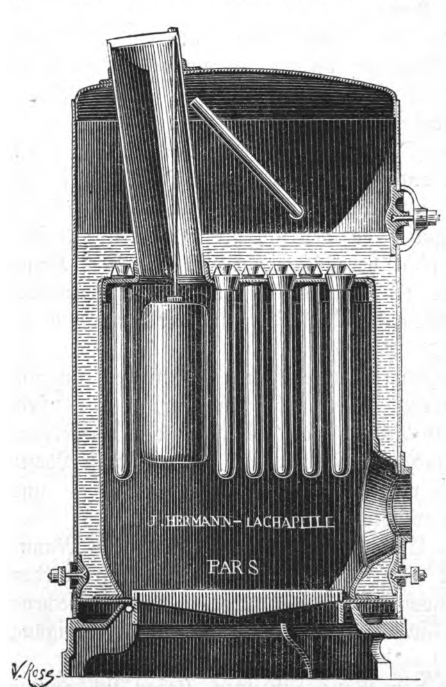


Fig. 2.

Einigermaßen abweichend von dieser Konstruktion ist der in Figur 2 und 3 dargestellte, von Hermann Lachapelle in Paris erzeugte Field'sche Kessel, dessen Hauptbestandteile gleichfalls der äußere Cylinder und die innere cylinderförmige Feuerbüchse sind; von der flachen oder schwachgebogenen Decke der letzteren ragen zahlreiche unten geschlossene Röhren in den Feuerraum hinab. Diese werden durch den Dampf so kräftig an die Öffnung der Röhrenwand gedrückt, daß sie ohne jegliche Befestigung weder Dampf noch Wasser durchlassen.

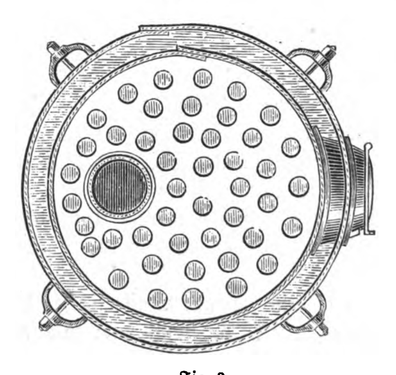


Fig. 3.

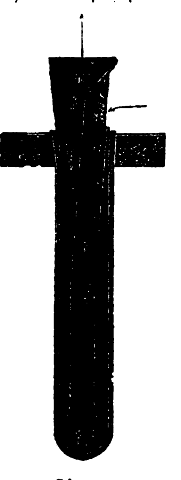
In die schmiedeeisernen Röhren werden oben mit Flügeln versehene Röhren von kleinerem Durchmesser gehängt, welche oben mit ungefähr 50 mm herausragen, unten aber ungefähr mit ebensoviel von den eisernen Röhren abstehen. Bei der Erwärmung des Wassers kommt das die inneren Röhren umschließende Wasser mit den die Heizfläche

bildenden äußeren Röhren in unmittelbare Berührung, erwärmt sich rasch und steigt vermöge seiner geringeren Dichtigkeit aufwärts, das abgehende Wasser aber wird aus den inneren Röhren ersetzt, so daß sich eine lebhafte Wasserbewegung einstellt, welche die Dampfbildung wesentlich befördert.

Damit die Heizgase nicht unmittelbar in den Schornstein entweichen, ist zwischen den Röhren eine gußeiserne Birne angebracht, durch deren Hebung und Senkung wir zugleich auch den Luftzug regulieren können.

Der Vorteil des Field'schen Kessels ist daher die rasche Dampfbildung; da jedoch das kalte Wasser in die hohe, innere Röhre fließt, das warme Wasser aber aus der niedrigern äußern Röhre aufsteigt, so reißen die mit großer Kraft emporschnellenden Dampfbläschen durch die ohnehin geringe Wasserfläche hindurch viele Wasserteilchen mit sich fort.

Dieser Nachteil wird einigermaßen wett gemacht, wenn wir statt der geschilderten Röhren Todd'sche Röhren anwenden (siehe Fig. 4); bei diesen wird in der äußern Röhre eine halbcylinderförmige Blechhülse angebracht, bei welcher das kalte Wasser seitwärts einströmt, das warme Wasser aber in der Mitte oben aufsteigt.


Fig. 4.

Bei all' diesen Konstruktionen mit freihängenden Röhren finden trotz der raschen Wasserbewegung große Ablagerungen von Schlamm und Kesselstein statt, deren Entfernung überaus umständlich ist. Zwar wird vielfach behauptet, daß der Kesselstein von diesen Röhren durch Erwärmung oder durch Beklopfung mit Holzhämmern abspringt; in der Praxis jedoch gelingt es nur durch ein langschäftiges scherenartiges Werkzeug mit aufgebogener und geschärfter Spitze, den Kesselstein aus dem Innern der Röhren herauszukratzen.

Die stehenden Kessel eignen sich nur für eine kleine Zahl (2—4) von Pferdekräften, da ihre Heizfläche eine sehr begrenzte ist. Bei größeren Pferdekräften würden sich für die Landwirtschaft unstatthafte Dimensionen ergeben.

Der Vorteil der stehenden Kessel ist, daß sie einen geringen Raum einnehmen, eine rasche Dampfbildung ermöglichen und verhältnismäßig wohlfeil sind; ihr Nachteil ist jedoch, daß infolge ihrer geringen Wasserfläche der Dampf viel Wasser mit sich reißt, daß sie schwerer zu reinigen sind und daß die Heizkraft des Brennstoffes durch dieselben nur unvollkommen ausgenützt wird.

2. Liegende Lokomobilkessel.

Der liegende Lokomobilkessel wird entweder mit Feuerbüchse oder mit Feuerröhren hergestellt. Die einzelnen Systeme weichen von einander in der Regel nur in der Anlage der Feuerbüchse ab.

a) Kessel mit liegender cylindrischer Feuerbüchse. (Deutsches System.)

Der Kessel besteht, wie wir aus der von R. Wolf in Buckau-Magdeburg verfertigten und in Fig. 5 dargestellten Lokomobile ersehen,

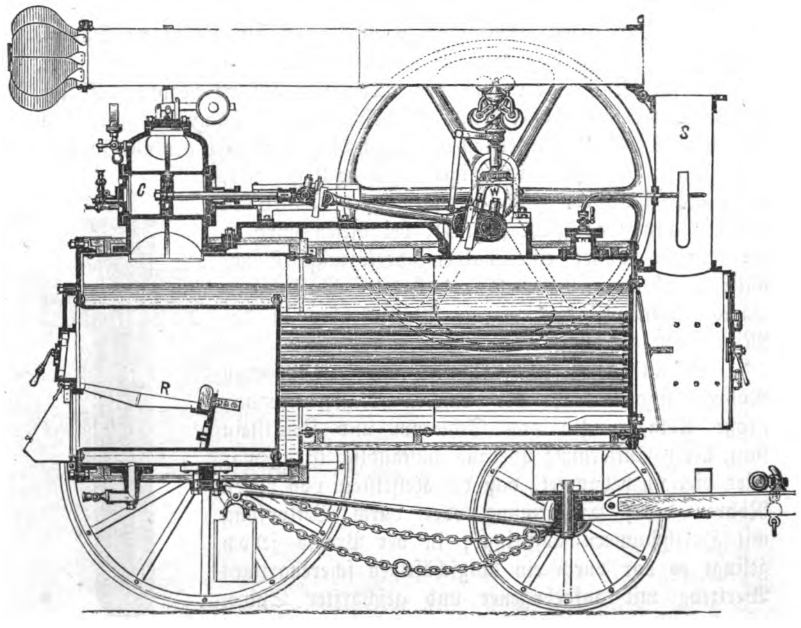


Fig. 5.

seinem Wesen nach aus einer liegenden cylinderförmigen Feuerbüchse, einem horizontalliegenden Außencylinder, den Feuerröhren und der Rauchkammer.

Die Stirnwand der äußeren Feuerbüchse ist eben und kreisförmig. Die innere Feuerbüchse ist unten halbkreisförmig, oben aber flach, daher sie auch hier mit Hilfe von Deckbarren zu versteifen ist, welche aus je zwei vernieteten Blechplatten gebildet werden. Um die Decke der Feuerbüchse spannen zu können, liegen diese Barren nur mit ihren Enden auf der Decke auf; doch darf der Raum unter den Spannschrauben nicht so groß sein, daß die Decke durch übermäßige Anziehung der

Schrauben aufwärts gedrückt werden kann; man pflegt denn auch, wenn dieser Raum groß ist, zwischen Decke und Barren noch einzelne Eisenringe einzuschalten.

Desgleichen sind auch die Stirnplatte der äußeren Feuerbüchse und die Röhrenplatte des Cylinderkessels mittelst Ankerschrauben zu verbinden. Solche Ankerschrauben werden aus einem Stücke oder zweiteilig verfertigt, und werden im letzteren Falle die beiden Enden durch ein rechts- und linksgängiges Schraubengehäuse zusammengehalten, durch welches sie je nach Bedarf angespannt werden können. Wenn 3 Ankerschrauben verwendet werden sollen, so ist die mittlere etwas weniger anzuziehen, als die beiden Seitenschrauben.

Im Unterteile der inneren Feuerbüchse wird der Rost R angebracht, hinter welchem aus feuerfestem Gemäuer eine Feuerbrücke angelegt wird. Die hinter dieser sich ansammelnden Aschen- und Rußteile, sowie der aus den Feuerröhren herausgefegte Ruß, können nach Öffnung der unterhalb der Feuerbrücke befindlichen Fallthüre herausgekratzt werden, doch ist diese Thüre während des Betriebes abzuschließen, damit keine kalte Luft die Heizfläche des Kessels kühlen kann.

Zwischen der Feuerbüchse und der Rauchkammer liegen die Feuerröhren; diese sind gezogene schmiedeeiserne Röhren von 40 bis 60 mm Durchmesser und von ungefähr 2,5 oder 3 mm Dicke; dieselben werden in der Hinterwand der inneren Feuerbüchse und in der Vorderwand der Rauchkammer, d. i. in der Schlußplatte des Cylinderkessels befestigt, und werden diese Platten Röhrenwände genannt. In diese Röhrenwände sind die Löcher für die Feuerröhren genau zu bohren; auch pflegt man die Löcher der Röhrenwand der Rauchbüchse um 2—3 mm größer, jene der Röhrenwand der Feuerbüchse aber um 1—2 mm kleiner zu bohren, als der Durchmesser der Feuerröhren ist; so erreichen wir, daß die Röhren, selbst wenn sie von einer Kesselsteinschicht bedeckt werden, sich an der Seite der Rauchkammer herausziehen und sich nach erfolgter Reinigung bequem zurückschieben lassen.

Entsprechend den größeren Lochdurchmessern der Rauchkammerröhrenwand müssen die Feuerröhren hier gestaucht werden; einige Fabrikanten versehen diesen Teil mit Schraubengewinde, um ihn in die Röhrenwand der Rauchkammer einzuschrauben, während das andere Ende der Feuerröhre stets gekrämpt wird. Die Schraubung sichert jedenfalls eine dauerhafte dampf- und wasserdichte Verbindung, doch erschwert sie bei der Reinigung die Herausnahme und Wiedereinrichtung der Röhren.

Da das in die Feuerbüchse reichende Ende der Feuerröhren teils verbrennt, teils bei dem Herausschlagen beschädigt wird, so ist es vor der Rückverlegung abzuschneiden und durch Anschweißen eines neuen

Rohrstückes zu ersetzen. Um beim Abschneiden kleinerer Teile die Arbeit des Anschweißens zu ersparen, werden die Feuerröhren an der Seite der Rauchkammer nicht gekrämpt, sondern um 30—50 mm länger gelassen und bloß durch Stauchen verdichtet.

Die Feuerröhren werden entweder vetrikal unter einander, oder — um möglichst viel Röhren einlegen zu können — unter einem Winkel von 30—60 Grad angebracht. Die vertikale Anlage erleichtert die Reinigung, während die wechselnde Anlage mehr Röhren einzulegen gestattet und dadurch eine größere Heizfläche ergibt. Indessen bleiben zwischen den Heizröhren höchstens 25—30 mm große Zwischenräume, welche sich daher bei schlechtem Speisewasser leicht mit Schlamm und Kesselstein füllen, was das Verbrennen der Röhren verursachen kann, daher auch bei solchen Röhren die vertikale Anlage vorteilhafter ist.

Das Ende des Kessels bildet die Rauchkammer, deren cylindrischer Teil aus dünnen Blechplatten besteht, deren Röhrenplatte aber aus starkem Blech verfertigt wird. Die äußere Platte der Rauchkammer wird mit Rücksicht auf die Reinigung der Feuerröhren durch eine Thüre geschlossen, an welche, um sie gegen Abkühlung zu beschützen, von innen in einer Entfernung von 2—4 cm auch noch eine Schutzplatte angebracht zu werden pflegt.

Um den in der Rauchkammer sich ansammelnden Ruß zu entfernen, ist es zweckmäßig im Boden derselben eine mit einem Schieber verschließbare Öffnung zu belassen, durch welche der Ruß auch während der Arbeit entfernt werden kann, ohne die Rauchkammerthüre öffnen zu müssen; letzteres ist darum zu vermeiden, weil sonst viel kalte Luft in die Feuerröhren kommen und dieselben abkühlen würde.

Auf den oberen Teil der Rauchkammer wird ein aus Gußeisen oder Blech verfertigter Schornsteinstutzen befestigt, welcher in Scharnieren den ca. 250—300 mm dicken und 2—2,5 m hohen Schornstein aus Blech trägt.

Die Stirnplatte der äußeren Feuerbüchse, sowie die Röhrenplatte an der Seite der Rauchkammer sind durch Schrauben an die entsprechenden Flantschen des äußeren Kessels befestigt. Nach Lösung dieser Schrauben können die innere Feuerbüchse samt den Feuerröhren, sowie auch die Rauchkammer samt der Röhrenwand herausgezogen und sonach der Zwischenraum der Feuerröhren und auch das Innere des Kessels sehr bequem gereinigt werden. Indessen erheischt die Wiederzusammenstellung dieser Bestandteile einige Umsicht. Zur Dichtung sind zwischen die abgedrehten und mit Kreisfurchen ausgestatteten Verbindungsflantschen Gummiringe, bei höherer Spannung aber Kupferdraht einzulegen und die Bindeschrauben sorgfältig anzuziehen.

In dieser Hinsicht bleibt noch zu beachten, daß welche Platte auch mittelst Bindeschrauben an eine andere gebunden wird, der Reihe nach zunächst die eine Schraube, dann die gegenüberliegende, dann die auf diese beiden senkrecht stehenden und endlich die dazwischenliegenden schwach anzuziehen sind, und dann erst mit der kräftigen Anziehung der Schrauben in derselben Reihenfolge zu beginnen ist. Bei der Lösung der Schrauben ist gleichfalls dieser Vorgang zu beobachten.

Wichtig ist, daß bei diesem System auch unter dem Aschenkasten sich Wasser befindet. Es wird hierdurch eine lebhafte Wasserbewegung erzielt und dient dieser Teil des Aschenkastens zugleich als Schlamm-sammler.

Die dargestellte Konstruktion ist auch im Hinblick auf die Reinigung eine vorteilhafte zu nennen, sodaß sie an Orten, wo man mit unreinem Speisewasser zu arbeiten genötigt ist und ein gewandtes Personal zur Verfügung steht, sich sehr vorteilhaft anwenden läßt.

b) Heizrohrkessel.

Die Lokomobilen dieses Systems weichen wesentlich von der früheren Konstruktion ab.

Die Hauptbestandteile dieses von Gebrüder Höcker in Budapest verfertigten Kessels sind, wie Fig. 6 zeigt, der äußere liegende Cylinder, das darin angebrachte Heizrohr und die Feuerröhren.

Die Heizgase verbrennen auf dem im Heizrohre angebrachten Roste, ziehen über die gemauerte Feuerbrücke das Heizrohr entlang, vermengen sich in der Feuerkammer und geraten im Wege der Feuerröhren abermals durch den Kessel hindurch in die Rauchkammer, von wo sie in den Schornstein empor gelangen.

Durch die zweifache Durchleitung der Rauchgase durch den Wasserraum des Kessels wird deren bessere Ausnutzung beabsichtigt. Jedenfalls kann durch das Heizrohr die Heizfläche vergrößert werden; indessen verteilen die zahlreicheren Feuerröhren der Feuerbüchsen-Systeme wirksamer die Heizgase und vermögen die letzteren rascher abzukühlen, so daß in dieser Hinsicht den Heizrohr-Konstruktionen bei den Lokomobilen kein sonderlicher Vorteil nachzurühmen ist.

Bei dem in unserer Figur veranschaulichten Kessel ist das Heizrohr nicht vollständig kreisförmig, vielmehr ist sein unterer Teil nach größerem Durchmesser gekrümmt, infolge dessen derselbe zur Aufnahme einer größeren Rostfläche fähig ist, und werden sich auch mehr Feuerröhren im Wasserraum anbringen lassen, als bei einem cylindrischen Heizrohr von entsprechender Größe.

Der Unterteil des Heizrohres ist infolge seiner Gestalt noch besonders zu verstreben, zu welchem Behufe auf denselben querüber ein-

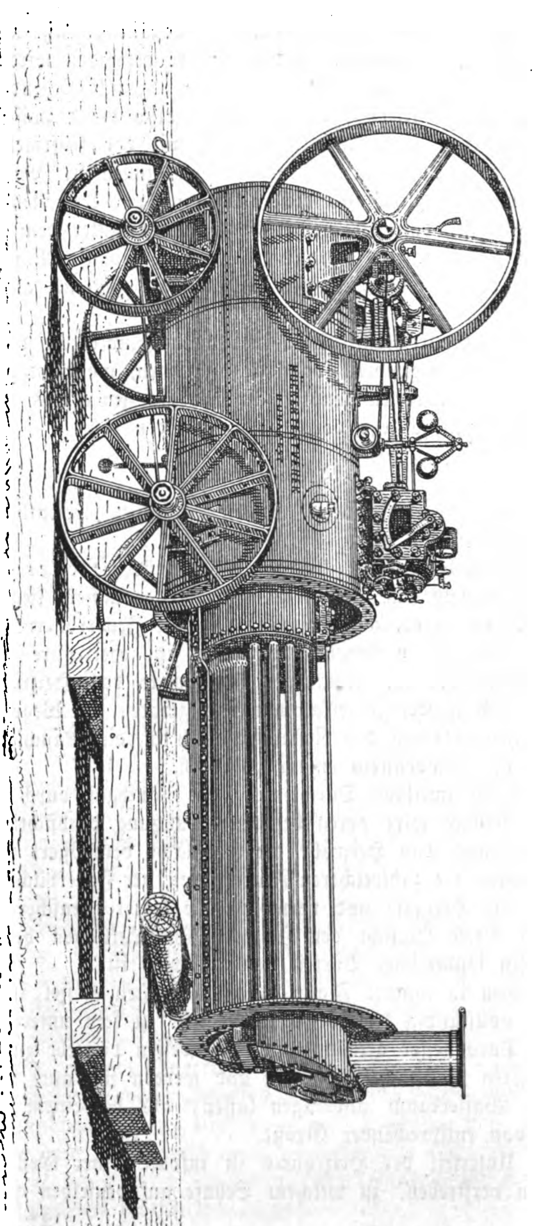


Fig. 6.

zelne T förmige Träger genietet werden. Überdies sind längs des Heizrohres zwei Eisenschienen an dasselbe befestigt, durch welche das Rohr im äußern Cylinder ruht.

Am Ende des Heizrohres erblicken wir die Feuerkammer, deren obere Deckplatte durch 3 Deckbarren versteift ist. Die flache hintere Platte der Feuerkammer und die hintere Schlußwand des äußern Cylinders werden durch Stützschrauben verbunden.

Die Feuerröhren um das Heizrohr werden an einem Ende in die Feuerkammer, am andern Ende aber in die Röhrenwand der oberhalb der Feuerthüre befindlichen Rauchkammer befestigt. Diese Röhrenwand, welche gleichzeitig die innere Endplatte des äußern Cylinders bildet, ist mittelst einer Ankerschraube an den mittleren Deckbarren befestigt, und überdies mit vernieteten Streben versteift.

Die Stirnplatte wird durch Schrauben an die Flantsche des äußern Cylinders gebunden und derart gedichtet, wie dies bei den Lokomobilen des deutschen Systems beschrieben wurde. Bei der Zerlegung des Kessels sind also bloß diese Schrauben und die Stützschrauben der Feuerkammer zu lösen, worauf, wie dies in unserer Figur dargestellt erscheint, das Heizrohr, die Feuerkammer, die Heiz- und Feuerröhren und die Stirnplatte samt der Rauchkammer zugleich über die untern Schienen geschleift, sich herausziehen lassen und der Kessel in allen seinen Teilen vom Schlamm und Kesselstein leicht gereinigt werden kann.

Die Zusammenstellung dieses Kessels erheischt besondere Sorgfalt, da die gute Verdichtung seiner Flantschen nur so gelingt, wenn die Schienen des Heizrohres genau im äußern Kessel aufliegen, so daß bei der Anziehung der Schrauben sich zwischen den Flantschen ein gleicher Zwischenraum befindet.

Überdies ist auch die Anziehung der hinteren Stützschrauben schwierig, da die inneren Schraubenmuttern derselben schon im voraus derart zu stellen und durch das Mannloch anzuziehen sind, daß beim Anziehen der äußeren Schraubenmuttern die hintere Platte der Feuerkammer weder eingedrückt, noch nach auswärts gespannt wird.

Alle jene Kessel, deren innere Konstruktion leicht herauszunehmen ist, werden Kessel mit ausziehbaren Röhren genannt. Ihr großer Vorteil ist die leichte Art, in welcher sie sich reinigen lassen; dem gegenüber steht jedoch der Nachteil, daß sie teuer sind und ihre Behandlung nur einem geübten Maschinisten anvertraut werden kann.

c) Kessel mit lokomotivartiger Feuerbüchse. (Englisches System.)

Die beiden gebräuchlichsten Formen der Lokomobilkessel englischen Systems sind in den Figuren 7, 8 und 9 zur Anschauung gebracht.

Beide Konstruktionen bestehen aus einer ineinandergefügten doppelten Feuerbüchse, aus einem horizontal liegenden Cylinder, den im letzteren untergebrachten Feuerröhren und der den Schornsteinstutzen haltenden Rauchkammer.

Die äußere Feuerbüchse ist von flachen Seitenplatten und einer halbcylindrischen Oberplatte begrenzt, während die innere Feuerbüchse bloß aus flachen Platten besteht.

Die beiden Formen weichen eben in der Oberplatte der äußern Feuerbüchse von einander ab. Bei dem in Fig. 7 und 8 dargestellten Kessel bildet die obere Verlängerung des horizontalen Cylinders zugleich

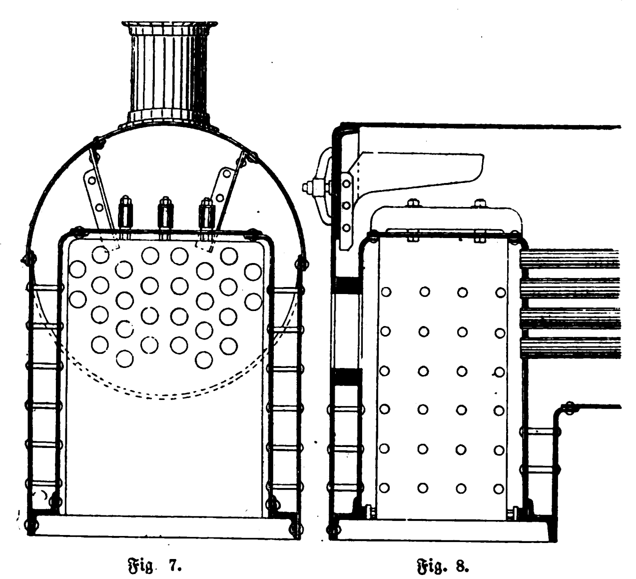


Fig. 7. Fig. 8.

die Oberplatte der Feuerbüchse, während bei dem andern von H. Lanz in Mannheim konstruierten Kessel (siehe Fig. 9) die Oberplatte der Feuerbüchse höher liegt, die Feuerbüchse selbst aber mit dem horizontalen Cylinder durch die hintere Seitenplatte verbunden ist. Die erstere Konstruktion ist zwar einfacher, doch ist der Dampfraum ein geringerer, daher es auch bei Verwendung solcher Kessel geraten ist, wenn sich auf dem Kessel ein besonderer Dampfdom befindet.

Die beiden Feuerbüchsen werden entweder unten durch Einfügung eines viereckigen Eisenrahmens, oft auch eines └┐förmigen Façoneisens vernietet, oder man vernietet die gegen einander ausgebogenen Ränder der beiden Feuerbüchsen mit einander.

Diese letztere Verbindungsart hat den Vorteil, daß die innere Feuerbüchse sich frei ausdehnen kann und die vom Wasser nicht gekühlten Verbindungsteile vom Roste entfernter zu liegen kommen. Überdies gewährt auch die Biegung der Platte Sicherheit für die Güte des Materials, da schlechtes Material sich nicht aushämmern und biegen läßt.

Auch bei der Heizthüre wird entweder ein viereckiger Rahmen zwischen die Wände der beiden Feuerbüchsen gefügt, oder es werden die Stirnplatten der beiden Feuerbüchsen gegenseitig ausgebogen und

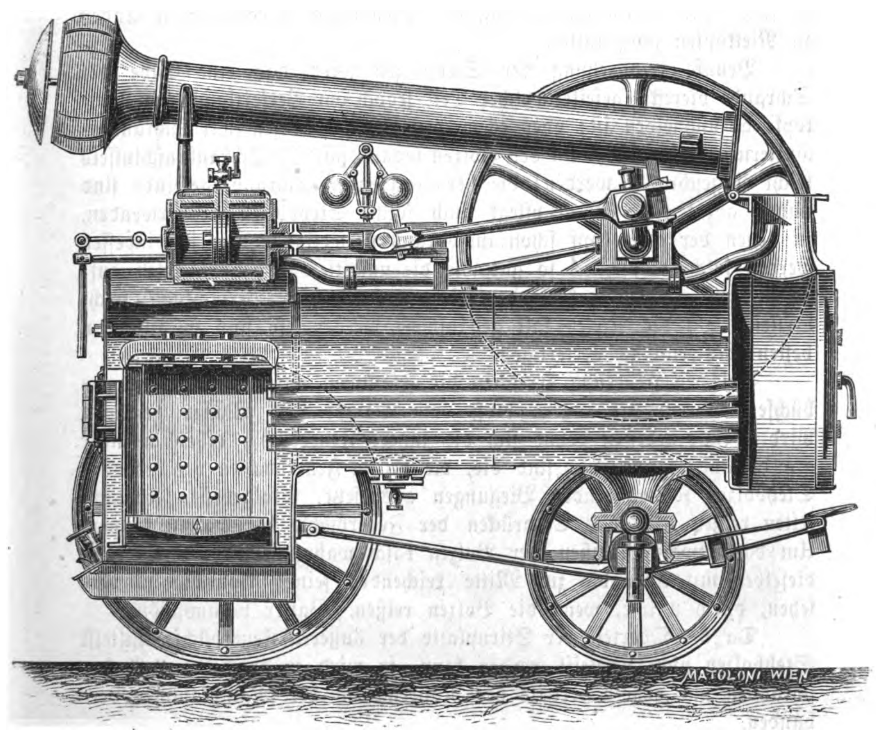


Fig. 9.

unmittelbar vernietet, infolgedessen die verbindenden Nietköpfe auch nicht so leicht verbrennen können. Es ist zweckmäßig, zwischen den Platten noch einen schmiedeeisernen Ring von ungefähr 10 mm Dicke anzubringen.

Es war bereits erwähnt, daß die flachen Teile des Kessels einem großen Drucke nicht zu widerstehen vermögen und sonach zu versteifen sind. Die Stirnplatten und die Seitenwände der beiden Feuerbüchsen

sind derart zu versteifen, daß die zwischen ihnen befindlichen Fugen durch Stehbolzen gesichert werden. Es sind dies Schrauben mit feinem Gewinde, bei welchen behufs größerer Dauerhaftigkeit von dem, zwischen den beiden zu verbindenden Platten befindlichen Teile, das Schraubengewinde abgedreht wird. Diese Bolzen verbinden die Wände der Feuerbüchse in Intervallen von 130 bis 150 mm. Die Feuerbüchsenwände sind zu diesem Zwecke zu durchbohren und in die korrespondierenden Bohrlöcher sind zu gleicher Zeit feine Schraubengewinde zu schneiden. Nach Eindrehung der Stehbolzen werden deren Enden zu Nietköpfen umgestaltet.

Behufs Eindrehung der Stehbolzen wird das eine Ende der Schraube viereckig gefeilt, welcher Teil jedoch vor Verfertigung der Nietköpfe abzuschneiden ist; oder es werden auf die Bolzen zwei Schraubenmuttern gedreht, und kann der Bolzen sodann mittelst Schraubenschlüssels leicht eingeschraubt werden; die herausragenden Schraubengewinde sind immer abzufeilen. Man pflegt auch solche Stehbolzen zu verwenden, zu denen der eine Kopf schon im voraus verfertigt worden ist; indessen werden solche Köpfe nie so gut wie die unmittelbar gehämmerten aufliegen und können insbesondere bei nachträglicher Verdichtung leicht bersten. Da die Nieten kalt gehämmert werden, so sind sie aus dem besten Material zu verfertigen.

Bei der Feuerung erreichen die Flammen nur die innere Feuerbüchse, während die äußere bloß vom Dampf und Wasser gewärmt wird. Infolgedessen dehnt sich die innere Feuerbüchse erheblich mehr als die äußere aus, und sind die, die beiden Feuerbüchsen verbindenden Stehbolzen fortwährenden Biegungen ausgesetzt, infolgedessen sie nicht selten reißen und das Eindrücken der Feuerbüchse verursachen können. Um das etwaige Reißen der Bolzen rasch wahrzunehmen, pflegt man dieselben mit einer bis zur Mitte reichenden feinen Bohrung zu versehen, durch welche, wenn die Bolzen reißen, Wasser herausströmt.

Da der Oberteil der Stirnplatte der äußeren Feuerbüchse mittelst Stehbolzen nicht versteift werden kann, so wird er durch 2—3 Ankerschrauben mit dem Oberteile der Röhrenwand der Rauchkammer verbunden.

Bei größeren Kesseln pflegt man den Oberteil der Stirnplatte der äußeren Feuerbüchse sowie jenen der Röhrenwand der Rauchbüchse nebst Ankerschrauben auch durch aufgenietete Winkeleisen zu versteifen.

Damit der Dampfdruck die obere Flächenplatte der inneren Feuerbüchse nicht eindrücken kann, wird dieselbe mit Hilfe der bekannten Deckbarren versteift.

Indessen beeinträchtigen sämtliche Versteifungsteile die Zugänglichkeit des inneren Kesselraumes, ganz abgesehen davon, daß die Steh=

bolzen und sonstige Verbindungsstellen durch ihr rasches Verrosten die Abnutzung des Kessels beschleunigen, demzufolge der Kessel schwerer zu reinigen ist und sich rascher abnutzt. Demgegenüber geht das allgemeine Streben dahin, die Versteifungen durch zweckmäßige Form und Dimensionen thunlichst entbehrlich zu machen.

So können die Deckbarren, welche gewöhnlich die Sammelstelle von Schlamm und Kesselstein sind und deren Fugen sich durch Werkzeuge kaum reinigen lassen, dadurch vermieden werden, daß die Decke der Feuerbüchse aus gewellten Platten hergestellt wird. Diese gewellte

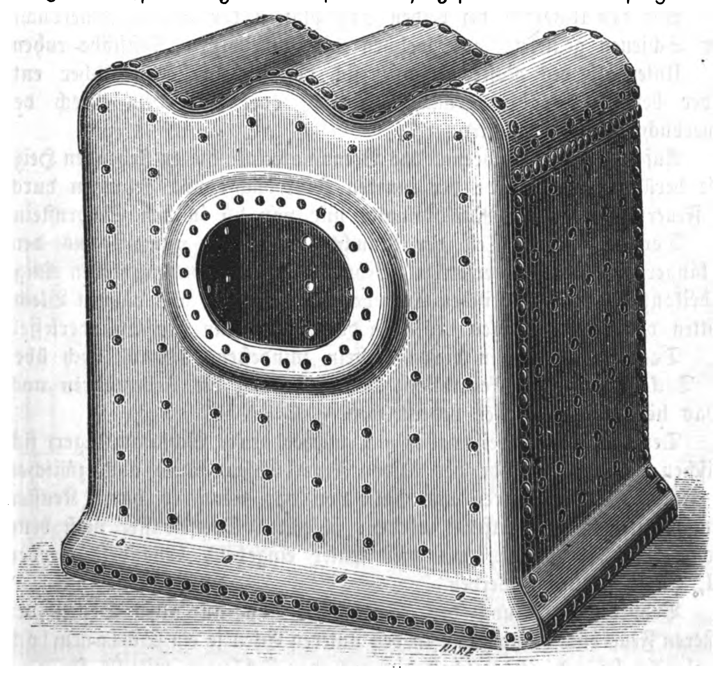


Fig. 10.

Decke ist vermöge ihrer Form so widerstandsfähig, daß sie keiner besonderen Versteifung bedarf und der sich auf sie ablagernde Kesselstein sich leicht entfernen läßt. Auch lagert sich auf solche Wellenflächen dicker Kesselstein gar nicht ab, da solche Flächen bei jeder Temperaturveränderung fortwährende kleine Formveränderungen erleiden, wodurch der Kesselstein abspringt. Die in Fig. 10 dargestellte Feuerbüchse wird von der Leistoner Firma R. Garrett & Sohn hergestellt; die Decke wird aus vorzüglichem Schmiedeblech im Wege des Pressens verfertigt.

Die Maschinenfabrik der ungarischen Staatsbahnen konstruiert gleichfalls Feuerbüchsen mit gewellter Decke (s. Fig. 61 u. 62); bei diesem sind die beiden Stirnplatten der Feuerbüchse oben halbkreisförmig, die Wellen ziehen sich dagegen an der Seite und im Bogen hin; dies hat, gegenüber der vorigen Konstruktion, den Vorteil, daß in die Mulden sich kein Schlamm legen kann und sonach die Decke während des Betriebes möglichst rein bleibt, was besonders darum von Wichtigkeit ist, weil die Decke beständig von Heizgasen hoher Temperatur beleckt wird.

Auf den Unterteil der beiden Stirnplatten der inneren Feuerbüchse sind Schienen genietet, auf welchen die gußeisernen Roststäbe ruhen.

Unterhalb des Rostes befindet sich der Aschenkasten, welcher entweder besonders dahin gehängt (Fig. 9) oder aus dem Blech der Feuerbüchse hergestellt wird.

Auf dem Roste verbrennt das Brennmaterial; die entstehenden Heizgase berühren die Wände der inneren Feuerbüchse und gelangen durch die Feuerröhren in die Rauchkammer und von da in den Schornstein.

Der cylindrische Teil der Rauchkammer wird zumeist aus dem verlängerten Kesselblech verfertigt. Behufs Materialersparung stellen einige Fabrikanten den cylindrischen Teil der Rauchkammer aus dünnen Blechplatten dar, und befestigen denselben durch Nieten an den Cylinderkessel.

Das Wasser soll in diesen Kesseln mindestens 10 cm hoch über der Decke der innern Feuerbüchse stehen, so daß die Feuerröhren noch etwas höher vom Wasser bedeckt sind.

Der aus dem Speisewasser sich aussondernde Schlamm lagert sich zwischen die Seitenwände der beiden Feuerbüchsen, sowie auch zwischen die Fugen der Deckbarren und kann von da, wenn er harte Krusten bildet, fast gar nicht entfernt werden; schlechtes Speisewasser muß denn auch bei solchen Kesseln, wie dies später eingehend behandelt werden soll, zuvor gereinigt werden.

Behufs Entfernung des Schlammes soll an allen Seiten der äußeren Feuerbüchse und zwar in den unteren Ecken je ein **Schlammloch** angebracht sein, durch welches hindurch der Schlamm mittelst Krätzers herausgescharrt und mit Hilfe einer Spritze herausgeschwemmt werden kann. Behufs Reinigung des inneren Kesselraumes befindet sich in der Deckenhöhe der inneren Feuerbüchse ein **Mannloch**, welchem gegenüber an der entgegengesetzten Seitenwand der äußern Feuerbüchse ein Putzloch, oder gleichfalls ein Mannloch zweckmäßig anzubringen ist, da die gesamten Teile der Feuerbüchsen-Decke nur hierdurch zugänglich und kontrollierbar werden. Überdies soll auch am Unterteile der Rauchkammer-Röhrenplatte ein Schlammloch sich befinden, während an der tiefsten Stelle der Feuerbüchse eine Ausblase-Öffnung angebracht werden soll.

d) Kessel mit liegender elliptischer Feuerbüchse. (Amerikanisches System).

Die amerikanische Feuerbüchse (Fig. 11 und 12) ist vollkommen geschlossen und zirkuliert bei ihr auch unter dem Aschenkasten Wasser; die Vorteile solcher Einrichtung sind bereits oben angedeutet worden.

Die innere Feuerbüchse wird vor der Anbringung der Stirnplatte an ihren Platz gebracht; dieselbe bedarf vermöge ihrer elliptischen Gestalt keiner Deckbarren und wird nur durch eine geringe Zahl von Stehbolzen gehalten, überdies aber mittelst 2—4 Ankerschrauben mit dem Dampfdom verbunden.

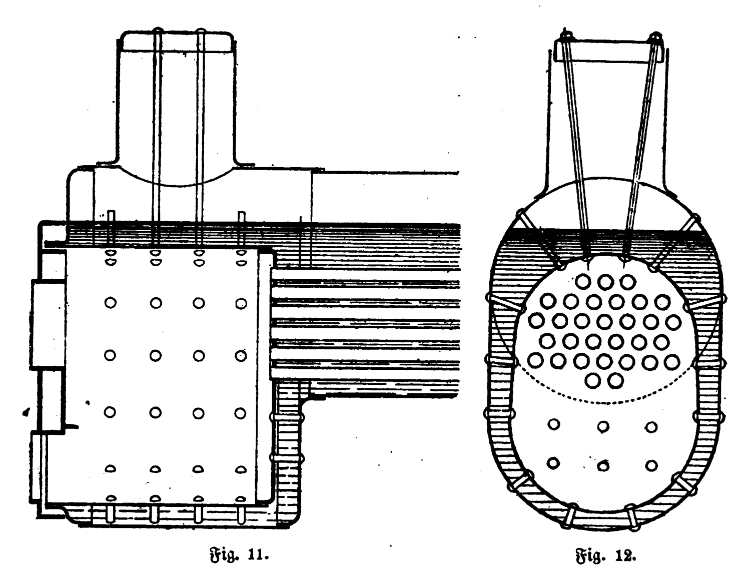


Fig. 11. Fig. 12.

Die Stirnplatte der äußeren Feuerbüchse wird gewöhnlich aus Gußeisen verfertigt und ist für die Feuerbüchse, sowie für die Öffnung des Aschenkasten durchbrochen.

Da bei solchen Kesseln der Dampfraum in der Regel ein geringer ist, wird über der Feuerbüchse noch ein Dampfdom angebracht, von dessen höchster Stelle der Dampf entnommen wird.

e) Kessel mit stehender cylindrischer Feuerbüchse. (Französisches System.)

Bei den Lokomobilkesseln solcher Art finden wir zwei Systeme ausgebildet. (S. Fig. 13, 14 und 15.) Bei beiden besteht die Feuerbüchse aus zwei ineinander geschobenen Cylindern und nur die Röhrenwand der innern Feuerbüchse bildet eine ebene Fläche. Infolge dieser

zweckmäßigen Gestalt können die Stehbolzen zum größten Teil wegfallen und kann demnach die innere Feuerbüchse sich freier als beim englischen System ausdehnen.

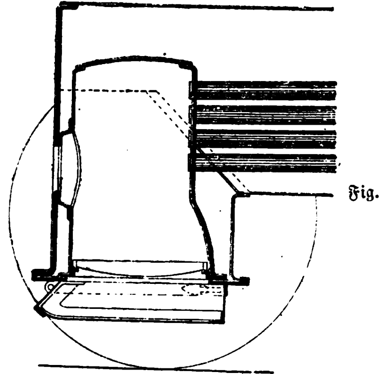


Fig. 13.

Fig. 14.

Die beiden dargestellten Konstruktionen weichen darin voneinander ab, daß bei der einen die obere Verlängerung des liegenden Cylinderkessels gleichzeitig die obere Wand der äußeren Feuerbüchse bildet, wohingegen bei der in Fig. 15 dargestellten Lokomobile die cylinderförmige äußere Feuerbüchse sich über den horizontalen Cylinder erhebt und gleichzeitig den Dampfdom bildet.

Die Röhrenwand der innern Feuerbüchse ist unten ausgebaucht und kann der Rost demnach genügend groß gewählt und können überdies

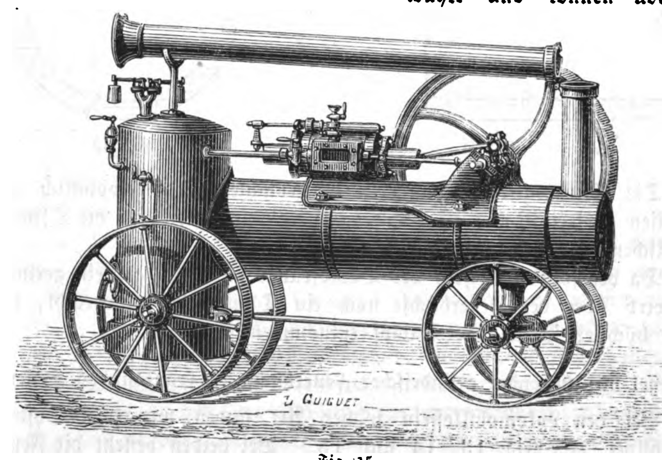


Fig. 15.

auch längere Feuerröhren verwendet werden, wodurch die Heizfläche

wesentlich vergrößert wird. Indessen schlagen die Flammen sich oberhalb des Rostes unmittelbar an die vorspringende Röhrenwand, welche, wenn sie nicht anders durch eine feuerfeste Verdeckung gestützt wird, dadurch leicht verbrennt.

C. Die Heizeinrichtung der Lokomobilkessel.

Unter Verbrennung verstehen wir im gewöhnlichen Leben die rasche Vereinigung der Brennstoffe mit dem Sauerstoff der Luft, in deren Verlauf eine starke Wärmeentwickelung und Lichtwirkungen wahrnehmbar sind.

Damit ein Brennstoff sich entzünden kann, muß derselbe vorerst auf die Temperatur seiner Entzündung erhitzt werden. Auch ist überdies zum Weiterbrennen eine gewisse Temperatur erforderlich. Die erforderliche Steigerung der Temperatur der Brennstoffe wird eben die im Feuerraume sich bildende Wärme hervorrufen, vorausgesetzt, daß die letztere nicht allzurasch abgeleitet wird.

Die Brennstoffe verbrennen mit Flamme, wenn sie vor dem Verbrennen zu Gas umgewandelt werden, widrigenfalls glühen sie nur. Wir wiederholen jedoch, daß die Gase, sowie auch die festen Brennstoffe vorerst auf die Temperatur der Entzündung zu bringen, dann mit einer entsprechenden Quantität von Luft möglichst innig zu vermengen, ferner daß die Brennstoffe, sowie auch die Mischung von Gas und Luft selbst während des Verbrennungsprozesses auf möglichst hoher Temperatur zu erhalten sind. Selbstverständlich werden die verschiedenen Brennstoffe bei verschiedener Temperatur sich entzünden und ihre Verbrennung erheischt demnach auch eine mehr oder minder hohe Temperatur.

Für landwirtschaftliche Zwecke sind nur solche Brennstoffe von Wert, welche zu wohlfeilen Preisen zu beschaffen und leicht zu transportieren sind; so das Holz, Stroh, Torf, Braunkohle und Steinkohle. All diese Stoffe sind hauptsächlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzt, enthalten aber auch in geringem Maße Schwefel, ferner Erdteile und salzige Mischungen, sowie Wasser; unter all diesen Bestandteilen wird hauptsächlich der Kohlenstoff große Wärmequantitäten erzeugen, indem er mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlenoxydgasen oder bei vollständiger Verbrennung zu Kohlensäure verbrannt.

Der Schwefel greift bei seiner Verbrennung die Roststäbe und das Kesselblech an, der Wassergehalt des Brennstoffes aber verursacht einerseits Wärmeverlust, da bei dem Verdünsten desselben ein Teil der sich bildenden Wärmemenge verloren geht, andererseits verursachen die Wasserdünste Verrostung und bilden überdies eine pechartige Ablagerung auf der Heizfläche, wodurch deren Wärmeleitungsvermögen gleichfalls beeinträchtigt wird. Hieraus folgt, daß mit Ausnahme von einzelnen

Steinkohlenarten der Brennstoff vor dem Verbrennen nicht befeuchtet werden soll, wiewohl letzteres an manchen Orten üblich ist.

Die nicht verbrennenden Bestandteile des Brennstoffes versammeln sich als Schlacke und Asche in dem Aschenkasten, von wo sie von Zeit zu Zeit zu entfernen sind. Selbstverständlich ist ein Brennstoff um so besser, je weniger Schlacke und Asche er bei der Verbrennung zurückläßt.

Der Kohlengehalt des Brennstoffes verbrennt zu Kohlenoxydgas, wenn nur eine geringe Luftquantität zu ihm geleitet, oder wenn auf einmal viel Brennmaterial aufgelegt wird; hierdurch wird das Wärmeerzeugungsvermögen des Brennstoffes nur unvollständig verwertet. Die unvollständige Verbrennung kann stets aus den zum Schornstein herausströmenden Rauch und aus der großen Menge der Rußablagerung ermessen werden; im übrigen läßt sich die Qualität der Verbrennung auch aus der Lebhaftigkeit der Flamme und der Glut beurteilen. Vollkommen läßt sich jedoch die Feuerung lediglich durch eine chemische Analyse der abziehenden Rauchgase beurteilen, da bei unvollständiger Verbrennung auch farblose Gase dem Schornstein entweichen, welche gleichfalls einen Verlust an Brennstoff verursachen.

Wenn die Luft in genügendem Maße zum Brennstoff gelangt und sich mit demselben gut vermengen kann, so verbrennt die Kohle zu Kohlensäure und dieser Fall ist es, in welchem der Brennstoff seine Fähigkeit, Wärme zu erzeugen, am besten verwertet. Überflüssige Luft darf aber gleichfalls nicht zum Brennstoff geleitet werden, da auch diese zu erhitzen ist, und in solchem Falle die im Feuerraume herrschende Temperatur abnehmen muß; ja durch Hinzuleitung übergroßer Luftmengen kann die Temperatur in einer Weise abnehmen, daß der Brennstoff sich gar nicht mehr entzündet. Dies erklärt auch die Erscheinung, daß bei offenen Heizthüren das Feuer abzunehmen beginnt.

Es ist also von großem Belange, daß die Luft in stets regulierbarer Menge in den Feuerraum geleitet werde und es ist immer zweckmäßig, wenn es gelingt, mit möglichst wenig Luft eine möglichst vollkommene Verbrennung zu erzielen. Zur Regulierung der zum Brennstoffe hinzu zu führenden Luftmenge dienen die Thüre des Aschenkastens und häufig auch die im Rauchfange befindliche Klappe.

Die Luft dringt durch die Spalten des Rostes zu dem Brennstoffe heran und da wir die Größe des Luftzuges regulieren können, so wird je nach Bedarf, mehr oder weniger Luft in den Feuerraum gelangen. Indessen kann durch dieselben Spalten des Rostes zur selben Zeit auch mehr Luft hineindringen, wenn die Geschwindigkeit derselben zunimmt; da jedoch jeglichem Brennstoffe nur ein gegebener zweckmäßiger Luftzug entspricht, so ist es klar, daß je nach Qualität und

Quantität des zu verbrennenden Brennstoffes auch verschiedene Rostsysteme zu wählen sind und daß auf dem nämlichen Roste verschiedenartige Brennstoffe unmöglich rationell und ökonomisch verbrannt werden können.

Es war bereits erwähnt, daß die in den Feuerraum geleitete Luft die Temperatur der Feuergase beeinflußt und hier ist es am Platze auf die Thatsache hinzuweisen, daß bei vollkommener Verbrennung die aus gewissen Brennstoffen erzielbare Wärmequantität stets die nämliche bleibt, wie lange auch der Verbrennungsprozeß selbst andauern möge, während die Höhe der am Feuerherde herrschenden Temperatur je nach der Geschwindigkeit des Verbrennens und der zum Herde hinzugeleiteten Luftmenge eine wechselnde sein wird.

So gewinnen wir durch vollständige Verbrennung von 1 kg Brennstoff stets eine und dieselbe Wärmemenge und kann die gewonnene Wärmequantität das Wärmeerzeugungsvermögen des betreffenden Brennstoffes genannt werden.

Bei unsern Lokomobilen ist es unmöglich das Brennmaterial vollständig zu verbrennen, da die Luft sich nur unvollkommen mit den brennbaren Gasteilchen vermengt, durch die Öffnungen des Rostes unverbrannte Brennstoffreste durchfallen und ein Teil der sich bildenden Wärmemenge durch Ausstrahlung, ein anderer Teil wieder dadurch verloren geht, daß die zum Schornstein hinausströmenden Heizgase mit Rücksicht auf die Erzielung des erforderlichen Luftzuges noch eine Temperatur von ungefähr 300^{0} C. besitzen müssen.

So können denn höchstens $^{1}/_{3}$ des Wärmeerzeugungsvermögen oder der Verbrennungswärme des Brennstoffes verwertet werden.

Je größer die Verbrennungswärme eines Brennmaterials, um so mehr Dampf vermag dasselbe auch unter den gleichen Verhältnissen zu erzeugen.

Die Verbrennungswärme der Brennstoffe wird auf chemischem Wege bestimmt und laut Erfahrung ergibt bei Lokomobilfeuerung ein Tausendstel der Verbrennungswärme eines Brennstoffes dessen Dampferzeugungsvermögen, so daß im Durchschnitte:

1 kg Schwarzkohle 6—8 kg Dampf zu erzeugen vermag,
1 „ Braunkohle 4—6 „ „ „ „ „
1 „ Holz oder Torf 3 „ „ „ „ „
1 „ Stroh 1,5 „ „ „ „ „

Wollen wir die Brennstoffe unter einander vergleichen, so ist es am zweckmäßigsten eine einfache praktische Probe anzustellen; angenommen, daß der Rost allen zu erprobenden Brennstoffen entspräche, so wird auf dem nämlichen Lokomobilherde unter möglichst gleichen

Betriebsverhältnissen in jedem einzelnen Falle festzustellen sein, wie viel Brennmaterial verbraucht wurde.

Aus den Ergebnissen der Probe werden wir mit Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse leicht den Schluß ableiten können, welches Brennmaterial sich am besten verwenden läßt; am vorteilhaftesten ist nämlich die Anwendung von solchem Brennstoffe, mit welchem die erforderliche Dampfquantität mit den geringsten Kosten sich erzeugen läßt. In die Kosten des Brennstoffes sind selbstverständlich nebst dem Kaufpreise desselben auch die Transportspesen einzurechnen. Nach diesen Gesichtspunkten kann die Strohfeuerung häufig vorteilhafter, als die Kohlenfeuerung sein,*) während in andern Fällen vielleicht die Holzfeuerung sich als die zweckmäßigste erweisen dürfte.

Bei annähernd gleichen Kosten werden wir selbstverständlich dasjenige Brennmaterial wählen, welches eine gleichmäßige Feuerung am sichersten und bei verhältnismäßig geringster Aufsicht ermöglicht.

In dieser Hinsicht können wir das Nachstehende bemerken:

Holz enthält im frischen Zustande ungefähr 20—50 Proz. Wasser und zwar am wenigsten die Weißbuche, am meisten die Weide und die Pappel. Sogar das auf der Luft getrocknete Holz enthält noch 15—25 Proz. Wasser und so ist bei Holzfeuerung die Verpechung der Heizfläche fast unvermeidlich. Dazu verbrennt das Holz rasch und sprüht viel Funken, läßt jedoch wenig Asche zurück. Der Luftzug kann bei Holz ein geringerer als bei Steinkohle sein, doch ist die gleichmäßige Feuerung nur schwerer einzuhalten. Die kurzen und nicht allzu dicken Holzscheite werden am zweckmäßigsten je nach ihrer Trockenheit in 20—30 cm hohe Schichten gelegt und zwar so, daß nur wenig Zwischenraum bleibe, da sonst die hindurchströmende Luft viel Wärme mit sich reißt. In der Praxis werden **per Pferdekraft und Stunde durchschnittlich** 5—8 kg **Holz** verbraucht.

Torf enthält gleichfalls viel Wasser; selbst in dem auf der Luft getrockneten Torf verbleiben noch immer durchschnittlich 30 % Wasser, während sein Aschengehalt häufig ein so großer ist, daß sich dieses Brennmaterial zur Feuerung überhaupt nicht verwenden läßt. Zur Lokomobilfeuerung, wo die lokalen Interessen dies sonst empfehlen, ist nur die Verwendung von solchem Torf zu billigen, dessen Aschengehalt nicht über 20 % beträgt. Auf den Rost wird der Torf in ungefähr

---

*) Nicht unerwähnt können wir hier lassen, daß die Strohfeuerung aus landwirtschaftlichem Gesichtspunkte unter keinen Umständen empfehlenswert ist, denn — ist sie auch in einzelnen Fällen vielleicht scheinbar wohlfeiler, als eine andere Feuerung — so schädigen wir uns thatsächlich dennoch durch dieselbe, da unser Boden eine solche Beutewirtschaft in letzter Reihe schwer zu büßen haben wird.

20—40 cm hohe Schichten gelegt, und zwar so, daß diese Schichten den Rost möglich gleichmäßig und vollständig bedecken. Ein lebhafterer Luftzug erleichtert die Verbrennung, doch braucht darum kein großes Feuer unterhalten zu werden. Der Torfverbrauch kann per Stunde und Pferdekraft mit 6—9 kg angesetzt werden.

Die Steinkohle ist in verschiedenen Gattungen bekannt; die besseren Braun- und Schwarzkohlen enthalten nur wenig Wasser und auch ihr Aschengehalt ist ein mäßiger, daher sie zur Feuerung sich außerordentlich empfehlen; nur muß auch darauf geachtet werden, daß die Steinkohle infolge Einwirkung der Luft ihre Struktur verändert, und zwar verwandelt sich die Backkohle unter der Einwirkung der Luft in Sinterkohle, die letztere aber in Sandkohle.

Für die Feuerung ist dies von außerordentlicher Wichtigkeit. Die Backkohle bläht sich nämlich während des Verbrennens auf und schmilzt zusammen, die zusammengebackenen Klumpen verstopfen aber die Zwischenräume des Rostes, was eine außerordentlich rege Aufsicht bei der Feuerung erheischt. Jedoch ist als ein Vorteil der Backkohle zu erwähnen, daß sie infolge ihres großen Wasserstoffgehaltes mit schönen langen Flammen brennt und zum Brennen nur einen mäßigen Luftstrom braucht. Die Sinterkohle schrumpft beim Verbrennen zusammen und behindert so zwar nicht das vollständige Verbrennen, doch ist sie andererseits nicht so entzündbar und brennt auch nicht mit so langer Flamme, wie die frühere. Die sandige Kohle dagegen zerklüftet während der Erhitzung in kleine Stücke, welche teilweise durch die Öffnungen des Rostes fallen, teilweise aber dieselben verstopfen.

Am zweckmäßigsten wird Steinkohle in faustgroßen Stücken auf den Rost gelegt. Hinsichtlich der Größe der Feuerungsschichte mag als Regel dienen, daß die Schichte um so dünner ist, je kleiner die Stücke sind. Im allgemeinen entsprechen 10—16 cm den Anforderungen der Praxis, doch kann die Schwarzkohle immer dicker geschichtet werden als die Braunkohle.

Bei unseren Lokomobilen werden per effektive Pferdekraft und Stunde 3—4 kg Schwarzkohle oder 4—5 kg Braunkohle verbraucht.

Zum Schlusse sei noch das Stroh erwähnt, welches zwar bei nassem Wetter viel Wasser auffaugt und beim Verbrennen viel feinfädige glasförmige Schlacke zurückläßt, gleichwohl aber insbesondere in der Dreschzeit in vielen Orten zur Verwendung kommt.

Die Strohfeuerung erheischt in der Regel eine besondere Feuerraumkonstruktion; rationell wird bei ihr auch ein Kessel von größerer Heizfläche angewendet, als bei Verwendung von anderem bessern Brennmaterial. Zur Feuerung eignen sich am besten Spreu und vom

Vorjahre übriggebliebenes Stroh, welches immer besser als das frische brennt. Bei Strohfeuerung ist übrigens die Hauptbedingung eines guten Verbrennens, daß das Stroh in lockeren kleinen und gleichmäßigen Mengen in den Feuerraum gelangt, da es sonst das Feuer erstickt, nur rauchend verbrennt und der größte Teil der sich bildenden gasartigen Brennprodukte zum Schornstein hinaus entweicht. Ein größerer Nachteil der Strohfeuerung ist, daß die Feuergefahr bei ihr eine größere, die Heizung eine mühevollere ist und der Rost, sowie die Röhrenöffnungen sehr häufig gereinigt werden müssen.

Nach Maßgabe der Konstruktion der Lokomobilen, der Qualität des Strohmaterials und hauptsächlich der umsichtigen Feuerung werden per Stunde und effektive Pferdekraft 10—14 kg Stroh verbraucht. In vielen Fällen aber, wenn infolge der Ungeschicklichkeit des Heizers durch die weiten Rostöffnungen viel unverbranntes Stroh hindurchfällt, kann der Verbrauch auch noch beträchtlich höher steigen.

1. Heizeinrichtungen für Kohle und Holz.

Die Heizeinrichtungen für Kohle und Holz sind mit Ausnahme der Dimensionen des Rostes zum größten Teil übereinstimmend und können darum in Einem besprochen werden.

Der Rost dient dazu, daß das Brennmaterial auf ihm verbrannt wird. Der Rost besteht aus gußeisernen oder schmiedeeisernen Stäben, welche im untern Teil des Feuerraumes auf einzelne Träger gelegt sind und durch deren Spalten die Luft zum Brennstoffe hineindringen und mit letzterem beziehungsweise mit den daraus sich bildenden Gasen sich vermengen kann.

Je nach der Größe der Spalten oder besser gesagt der offenen Rostfläche kann bei gleichem Luftzuge mehr oder weniger Luft zum Brennstoffe eindringen; je größer daher die offene Rostfläche ist, um so mehr Brennstoffe kann auf demselben Roste verbrannt werden.

Indessen müssen, da auch erfordert wird, daß die durchströmende Luft sich mit dem Brennstoffe möglichst innig berührt, die Spalten möglichst eng gefertigt werden. Für die Spalten ist ferner auch noch die Größe der Stücke des Brennmaterials maßgebend, wobei zu berücksichtigen ist, daß diese Brennstoffteile nicht unverbrannt durchfallen sollen.*)

Auf einer und derselben Rostfläche kann demnach mehr oder weniger Brennstoff verbrannt werden, je nachdem derselbe in dickeren

*) In der Praxis werden die Spalten für Steinkohle 6—10 mm, für Braunkohle und kleine Schwarzkohle 3—4 mm und für Holz 5—10 mm groß angelegt.

oder dünneren Schichten aufgelegt wird. Durch die dicke Schicht kann die Luft nur schwer durchdringen und es muß daher in diesem Falle der Luftzug verstärkt werden, welcher, mit dem Brennmaterial und dessen gasartigen Produkten sich innig vermengend, eine vollständige Verbrennung ermöglichen wird. Ein überstarker Luftzug kann aber Teile des Brennmaterials mit sich reißen und führt auch allzuviel warme Gase in den Schornstein hinaus. Der in dünnen Schichten aufgelegte Brennstoff hingegen wird von der Luft rasch durchfahren, letztere vermengt sich daher nicht gut genug mit den entwickelten Gasen und kühlt dieselben in höherm Maße ab, was bei unvollständiger Verbrennung auch einen Verlust an Brennmaterial verursacht. Es folgt hieraus, daß bei dünnen Brennstoffschichten der Luftzug stets herabgemindert werden muß.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß für jedes Brennmaterial eine bestimmte Schichtendicke und ein Luftzug von bestimmter Stärke sich am zweckmäßigsten erweisen und daß dem nur eine bestimmte Heizflächengröße entsprechen wird.*)

Bei unsern Lokomobilen werden in der Regel flache Roste verwendet, welche in den Feuerraum horizontal gelegt werden, da das Brennmaterial dadurch leicht in gleichmäßige Schichten gelegt werden kann. Bei kreisförmigen Rosten werden in der Regel 3—4 Stäbe vernietet oder zusammen gegossen, was ihre Festigkeit erhöht und die Auswechslung der Stäbe vereinfacht.

Die Roststäbe ruhen auf Trägern aus Gußeisen oder Façoneisen; da die Roststäbe infolge der Erwärmung sich ausdehnen, so ist zwischen ihren Enden und der Feuerbüchse mit Rücksicht hierauf ein genügender Raum zu belassen, weil sonst die Stäbe sich krümmen. Hier ist noch zu bemerken, daß lange Roststäbe in warmen Zustande mittelst des Schüreisens leicht gekrümmt werden, daher auch bei Braunkohle eine Maximallänge von 600, bei Schwarzkohle und Holz eine solche von 900 mm für den Rost angenommen wird.

Bei Lokomobilen mit horizontalen cylindrischen Feuerbüchsen und Heizröhren wird der Rost im Feuerraume hinten durch eine aus feuerfestem Material verfertigte Feuerbrücke begrenzt, deren Zweck darin besteht, daß die Flammen gezwungen werden sich der Heizfläche näher anzuschmiegen, daß die durchströmenden Gase sich mit der Luft gut vermengen und dadurch auch die noch nicht entzündeten Gase verbrennen

---

*) Nach Rettenbacher ist die Größe der Rostfläche in m²:

$$R = \frac{N}{10} = \frac{H}{250} = \frac{C}{50};$$

N bedeutet in dieser Gleichung die Anzahl der Pferdekräfte des Kessels; H die per Stunde zu verbrennende Holzmenge und C die per Stunde zu verbrennende Steinkohlenmenge.

und endlich daß das Brennmaterial nicht über den Rost hinausgeschoben wird.

Es ist von hoher Wichtigkeit, daß diese Feuerbrücke den Heizröhren weder zu nahe noch zu fern steht. Im allgemeinen wird die geringste Entfernung mit 20 cm angenommen, denn wenn die Gase von hoher Temperatur durch einem engern Raum hindurchzuziehen genötigt sind, so können sie die Verbrennung der Kesselwand verursachen, während bei allzugroßem Zwischenraume wieder die Feuerbrücke nicht ihrem Zwecke entsprechen könnte. Hier wollen wir auch erwähnen, daß bei solchen Konstruktionen das hintere Ende des Rostes etwas tiefer gesenkt zu werden pflegt, als das vordere, damit die Feuerbüchse dem oberen Teil des Heizrohres nicht allzu nahe komme. Es ist jedoch auch darauf Rücksicht zu nehmen, daß der tiefste Punkt des Rostes um mindestens 150 mm höher, als der tiefste Punkt des Heizrohres gelegt wird.

Die an die Rostkonstruktion geknüpften Bemerkungen zusammenfassend, sehen wir, daß für die möglichst vollständige Verbrennung des Brennstoffes auf dem Roste folgendes als Bedingung gilt: Die Fläche des Rostes muß groß genug sein, damit durch die Spalten die Luft in genügender Menge durchdringen kann; aber nicht allzu weit, damit die noch nicht verbrannten Brennstoffteile nicht hindurch fallen können, damit ferner Asche und Schlacke davon leicht zu entfernen sind; endlich sollen die Roststäbe dauerhaft und leicht zu ersetzen sein.

In einer Höhe von 30 bis 40 cm oberhalb des Rostes kann sich der untere Rand der Heizthüre befinden.

Die Öffnung der Heizthüre sei eine möglichst kleine, damit bei Auflegung des Brennmaterials nur wenig Luft an den Feuerherd dringen kann, denn die Luft könnte die Feuerröhren abkühlen, was bei einem Wärmeverlust auch noch die rasche Abnutzung dieser Röhren zur Folge hat.

Ein Haupterfordernis der Heizthüre ist, daß sie die Luft nicht durchläßt und daß überdies die Sperrklinke leicht, womöglich auf einen Schlag geöffnet werden kann. Damit die Heizthüre sich nicht erwärmt, ist sie von innen in einer Entfernung von 2—4 cm noch mit einem Schutzblech zu versehen. Behufs Abkühlung des letzteren werden in der Heizthüre häufig einzelne kleine Öffnungen angebracht; überdies finden wir in der Heizthüre zuweilen auch eine mit einer Klappe versperrte größere Öffnung, durch welche das Feuer sich kontrollieren läßt, ohne daß die Heizthüre geöffnet wird.

Die Heizthüre wird aus Schmiedeeisen oder Gußeisen hergestellt. Beide Materialien entsprechen bei sonst richtiger Konstruktion in vollkommen gleichem Maße. Schließlich ist noch zu erwähnen, daß unter-

halb des Rostes beziehungsweise des Kessels der Aschenkasten liegt, welcher dazu dient, die durchfallende Asche, Schlacke und die noch unverbrannten Bruchstücke des Brennmaterials aufzufangen und die Zuleitung von Luft zum Roste zu regulieren.

Zum letzteren Zwecke ist der Aschenkasten fest an den Unterteil des Kessels gefügt, er schließt denselben daher unten luftdicht ab und besitzt nur vorne eine um einen Scharnier bewegbare Thüre, welche je nach Bedarf weiter oder minder weit sich öffnen, und mit Hilfe einer einfachen gezahnten Stange und eines Zapfens sich in ihrer jeweiligen Stellung erhalten läßt.

In den Aschenkasten pflegt man auch Wasser zu gießen, damit aus der Wiederspiegelung des Feuers der normale Brennprozeß sich kontrollieren läßt und damit die durchfallenden Glutstücke keine Feuergefahr hervorrufen können.

2. Heizeinrichtungen für Stroh und Vegetabilien.

An vielen Orten können Holz und Kohle wegen des schweren Transportes nur mit großen Kosten beschafft werden und darum machte sich schon von langer Zeit her das Streben geltend, statt derselben ein wohlfeileres Ersatz-Brennmaterial zur Beheizung der Lokomobile zu verwenden.

Als entsprechendes Brennmaterial erwies sich zu diesem Behufe das Stroh und der Maisstengel; beide werden in der Wirtschaft als Nebenprodukte gewonnen und liefern in vielen Fällen wohlfeiles Brennmaterial.

Anfänglich wurde der Versuch gemacht, unter die Lokomobile einen besonderen Feuerraum zu bauen und es wurde das Stroh mittelst langstieliger Gabel in den Feuerraum der Lokomobile geschoben. Indessen die Errichtung der vielen Feuerräume war mit Mühe verbunden und darum wurden, sobald auch die Fabrikanten die Vorteile der Strohfeuerung erkannt hatten, die Lokomobilen derart eingerichtet, daß dieselben nebst der normalen Steinkohlenfeuerung im Notfalle auch mittelst Stroh geheizt werden können.

Allein, wie bereits erwähnt, ist die Dampfbildungsfähigkeit des Strohes eine viel geringere, als jene von Holz oder Steinkohle und es ist darum natürlich, daß bei gewöhnlichen Lokomobilen die Strohfeuerung nicht im stande ist, die zum normalen Betriebe erforderliche Dampfmenge zu erzeugen, daher die mit Stroh zu beheizenden Lokomobilen eine um mindestens $^1/_3$ größere Heizfläche erhalten müßten, als die lediglich auf Holz oder Kohlenfeuerung eingerichteten Lokomobilen.

Diese Lokomobilen mit großer Feuerbüchse sind nach unwesentlicher Umgestaltung, meistens nach Adaptierung des Rostes und der Feuer-

brücke auch für Kohlenheizung gut verwendbar, wohingegen die lediglich für Kohlenfeuerung gebauten und für Strohheizung adaptierten Lokomobilen nur dann die Arbeit wie früher zu verrichten vermögen, wenn der Dampfverbrauch der Dampfmaschine ökonomischer gestaltet wird, was — wie bei der Besprechung der Dampfmaschine eingehend gezeigt werden soll — faktisch erreichbar ist.

Inbezug auf die Konstruktion des Rostes bei Lokomobilen für Strohfeuerung sei bemerkt, daß, da bei der Verbrennung von Stroh sich viel Asche bildet, die Roststäbe in ziemlicher Entfernung von einander (6—12 cm) zu legen sind und auch dann noch das Feuer oft zu schüren ist, die zusammengebackene Schlacke aber häufig vom Roste entfernt werden muß.

Häufig finden wir auch einen Vorderrost, dessen Spalten nur gering sind, welcher Bestandteil dazu dient, daß das Stroh darauf sozusagen vorgewärmt wird; wodurch das Stroh, wenn es auf den eigentlichen Rost geschoben wird, sich rascher entzündet, die während der Vorwärmung sich bildenden gasartigen brennbaren Produkte aber durch die Flamme hindurchziehend vollständig verbrennen.

Behufs Zurückhaltung der bei Strohheizung sich bildenden leichten Schlacke und Asche sind im Feuerraume 1 oder 2 Feuerbrücken oder Schirme anzulegen, um zu verhindern, daß diese Teile die Röhrenwand und die Feuerröhren bedecken. Ein großer Nachteil solcher Feuerbrücken und Schirme besteht darin, daß sie sich außerordentlich rasch abnutzen; dieselben sind denn auch derart anzufertigen, daß sie leicht zu ersetzen sind.

Wenn wir für solche Schutzmittel nicht vorsorgen, so werden die Rohrwand und die Öffnungen der Feuerröhren, ja selbst das Innere der letzteren von Schlacke und Asche voll gelagert, wodurch nicht allein das Leitungsvermögen der Heizfläche, sondern auch die Stärke des Luftzuges beeinträchtigt wird.

Als großer Nachteil der Strohfeuerung ist also anzusehen, daß bei derselben die Feuerbrücke oder der Schirm, in Ermangelung solcher aber die Rohrwand und die Feuerröhren mehrmals im Tage von der abgelagerten Schlacke und Asche zu reinigen sind.

Bei Einrichtungen für Strohfeuerung werden in der Regel auch größere Aschenkasten verwendet, als bei anderer Feuerung; der Aschenkasten ist zweckmäßig derart anzufertigen, daß er vor dem Transport leicht zu demontieren und bei Gebrauch wieder leicht anzufügen sei. Während der Reinigung von Schlacke und Asche ist darauf zu achten, daß dieselben fortwährend mit Wasser bespritzt werde, denn sie enthalten in der Regel noch viel nicht vollständig verbranntes Stroh und glühende Asche.

Bei einzelnen Konstruktionen pflegt man in den Aschenkasten unmittelbar einen feinen Wasserstrahl zu leiten, doch ist dies darum nicht empfehlenswert, weil durch Löschung der glühenden und wärmestrahlenden Asche einerseits Wärme verloren geht, andererseits aber der sich entwickelnde Dampf die vollständige Verbrennung behindert und das Ankleben der auf die Röhrenwände sowie in die Röhren selbst abgelagerten Aschen- und Rußteile verursacht. Wird jedoch in den Aschenkasten Wasser gelassen, so hat dies ohne Zweifel den Vorteil, daß der sich entwickelnde Dampf das Verbrennen der Roststäbe verhindert und zugleich dagegen sichert, daß der Wind die Glut hinfortweht.

Der untere Rand der Heizthüre wird entweder im Niveau des Rostes, oder in der normalen Höhe angebracht, und dementsprechend wird das Stroh in den Feuerraum entweder durch den Heizer mittelst langstieliger Gabel geschoben, oder aber es versieht ein besonderer Apparat automatisch das Einführen von Stroh in den Feuerraum.

Solche Lokomobilen, bei welchen die Heizthüre in der Ebene des Rostes sich befindet, besitzen für Kohlenfeuerung noch eine zweite höher angebrachte Heizthüre, während, wenn wir die mit automatischer Heizvorrichtung versehenen Lokomobilen zur Kohlenfeuerung verwenden wollen, nur die Heizvorrichtung zu entfernen und an ihrer Stelle eine normale Heizthüre anzubringen ist.

a) Strohfeuerungs-Lokomobilen mit zwei Heizthüren.

α) Die Strohfeuerungsvorrichtung von Ruston-Proctor, welche Fig. 16 teilweise im Schnitt zeigt. Die Vorrichtung besteht aus einer

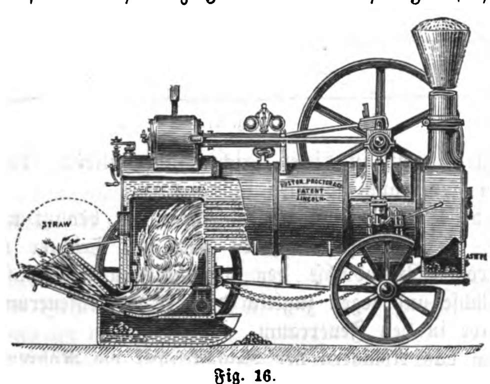


Fig. 16.

an der Stelle des regelmäßigen Aschenkastens angebrachten Blechbüchse, deren innere zwei Seiten mit feuerfesten Ziegeln ausgelegt sind. In dieser Büchse werden die nach obenhin gekrümmten Roststäbe angebracht,

durch deren weite Spalten die Schlacke, Asche oder Glutteilchen leicht abfallen, um sich im Unterteil der Büchse zu sammeln, wo sie mittelst eines aus der Pumpe herzuleitenden Wasserstrahles gelöscht werden können.

Unterhalb der diesseitigen Wand der Feuerbüchse beginnt die untere Feuerungsöffnung, welche aber so breit hergestellt wird, wie die ganze Rostfläche. Vor dieser Öffnung wird ein weiter aus Blech gefertigter Heiztrichter angebracht, dessen mittelst Scharnier bewegbarer Deckel während der Arbeit stets offen ist, da das Stroh ohnehin den ganzen Trichter ausfüllt und sonach auch das Einströmen von Luft in den Feuerraum verhindert.

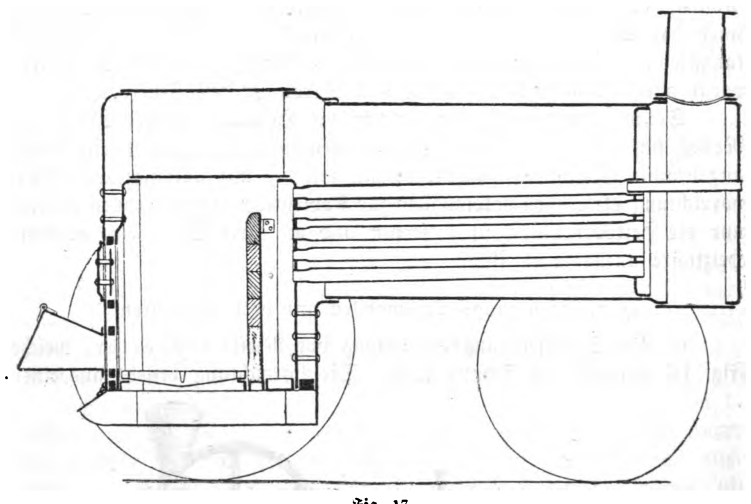


Fig. 17.

Bei Arbeitsraft ist dieser Trichter abzuschließen, damit nicht kalte Luft in den Feuerraum kommen kann.

Soll diese Konstruktion zu Kohlenfeuerung benutzt werden, so entfernen wir die krummen Roststäbe und den Trichter und befestigen statt der großen Blechbüchse den gewöhnlichen Aschenkasten unterhalb der Feuerbüchse und legen zugleich die der Kohlenfeuerung entsprechenden Roststäbe in den Feuerraum.

β) Um das Ablagern der Schlacke auf die Röhrenwand zu vermeiden, hat die Leistoner Firma Garrett laut Fig. 17 in das Innere des Feuerraumes auch noch eine Feuerbrücke placiert, über welche die Flammen hindurchziehen müssen; die Gase kommen dadurch in dem engen Raume hinter der Feuerbrücke in innige Berührung miteinander

und verbrennen vollständiger, die Schlacke und die Asche aber lagert sich zum Teil auf die Fläche der Feuerbrücke ab, zum Teil fällt sie hinter derselben hinab.

Die Feuerbrücke stellt Garrett aus einer zweiflügeligen gußeisernen Thüre her, welche sich um Scharniere leicht öffnen läßt, wenn wir die Röhrenwand oder die Feuerröhren reinigen wollen.

Die dem Feuer zugewendete Oberseite der Feuerbrücke ist mit feuerfesten Ziegeln bekleidet. Der untere Teil kann darum nicht gleichfalls bekleidet werden, weil bei Kohlenfeuerung die unten befindlichen Ziegel bald durch das Schüreisen ruiniert würden.

Da man die Erfahrung gewonnen, daß in dem engen Raum hinter der Feuerbrücke die Verbrennung infolge Luftmangels eine unvollständige ist, so hat Garrett 3—4 Röhren der oberen Röhrenreihe durch die Rauchkammer hindurch verlängert und führt solchermaßen

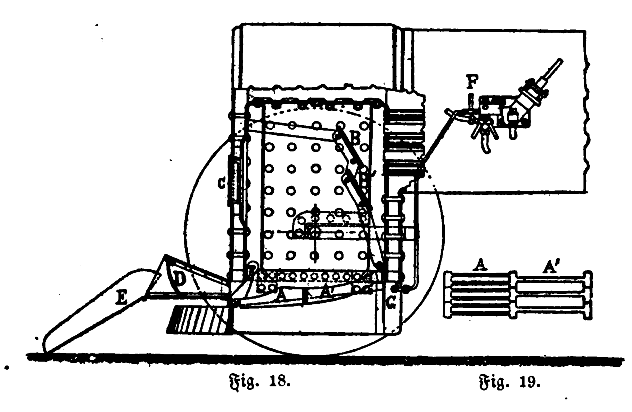


Fig. 18. Fig. 19.

von außen Luft ein, welche gut vorgewärmt gegen die Feuerbrücke zuströmt und daselbst sich mit den noch nicht verbrannten Gasen vermengend, deren vollständigere Verbrennung befördert. Die Enden der durch die Rauchkammern ziehenden Röhren können mittelst kleiner Deckel abgesperrt werden und dadurch läßt sich die zur Feuerbrücke strömende Luft beliebig regulieren. Diese rauchverzehrende Vorrichtung soll bei Heizung mit Kohle sowohl als mit Stroh eine bedeutende Ersparnis an Brennmaterial ergeben.

γ) Wesentlich abweichend ist von dieser Konstruktion die in Fig. 18 und 19 dargestellte Melegh'sche, von der Maschinenfabrik der kgl. ungarischen Staatsbahnen gebaute Einrichtung für Strohfeuerung, deren Rost nicht flach ist, sondern aus in Doppelbogen gekrümmten gußeisernen Stäben verfertigt wird. Am Vorderteil des Rostes sind, wie

Fig. 18 zeigt, die Spalten nur klein, hier wird das Stroh nur vorgewärmt und kann von diesem Raume vermöge der Form des Rostes leicht in den oberen, mit großen Spalten versehenen Teil des Rostes geschoben werden, wo die Verbrennung sich vollzieht.

Behufs Zurückhaltung der fliegenden Schlacke und Asche und behufs Vermengung der Gase finden sich bei dieser Konstruktion im Feuerraum zwei schief angebrachte Schutzplatten, welche oben mit Haken hängen, unten aber sich auf einzelne Zapfen stützen, sodaß sie sich durch die obere Feuerthüre mit Hilfe einer Stange leicht heben lassen. Wenn dann diese Platten auf ihren Platz zurückfallen, so fällt die darauf abgelagerte Asche von selbst ab.

Im Innern der Öffnung für Strohheizung werden zwei in Scharnieren hängende, sich einwärts krümmende Deckel angebracht, welche vermöge ihres Eigengewichts das hineingeführte Stroh niederdrücken und dadurch das Eindringen größerer Luftmengen in den Feuerraum verhindern; da jedoch beim Einschieben des Strohes die Gabel unter die Decke gerät, so kann bei unvorsichtiger Heizung mittelst derselben leicht brennendes Stroh herausgerissen werden.

In den geräumigen Aschenkasten führt aus der Pumpe ein Rohr, welches von innen mit einer Querröhre in Verbindung steht, aus welcher ein feiner Wasserstrahl auf die glühende Asche gerichtet werden kann. Aus dem Aschenkasten führt auf jeder Seite ein Rohr ab, durch welches die Asche herausgescharrt werden kann, ohne daß dies den Heizer stören würde.

d) In diese Kategorie, doch mit einer wesentlichen Neuerung versehen, gehört die in Fig. 20 dargestellte Vorrichtung für Strohfeuerung, System Harding, gebaut von Robey & Comp., welche ihrem Wesen nach aus einem an Stelle des gewöhnlichen Aschenkastens einzuschaltenden, gußeisernen hohlen Kasten und aus einem an der Rückseite der Feuerbüchse angebrachten Gebläse besteht. Der Feuerkasten wird mit feuerfesten Ziegeln ausgelegt und mittelst Schrauben an der Feuerbüchse festgehalten. Das Stroh wird entweder durch den an der Vorderseite des Kastens befindlichen Trichter oder durch die gewöhnliche Heizthür auf den feuerfesten Ziegelboden geführt, wo die Verbrennung sich vollzieht.

Um eine vollkommene Verbrennung zu erzielen, wird die vom Ventilator eingesaugte Luft zwischen die hohlen Wände des Feuerkastens getrieben und dringt von diesem Kanal durch eine passende Anzahl Düsen zum Brennmaterial. Zur Regulierung der Stärke des Windes ist eine einfache Absperrvorrichtung angebracht.

In der Feuerbüchse sind die schon bekannten Schutzschirme angebracht, welche die fliegenden Teile des Brennmaterials zurückhalten.

Die Reinigung der zurückbleibenden unverbrennlichen Teile erfolgt während der Arbeitspause.

b) Strohfeuerungs-Lokomobilen mit einer Heizthüre.

α) Von den Konstruktionen mit einer Heizthüre erwähnen wir an erster Stelle die in Fig. 21 dargestellte Lokomobile für Stroh-

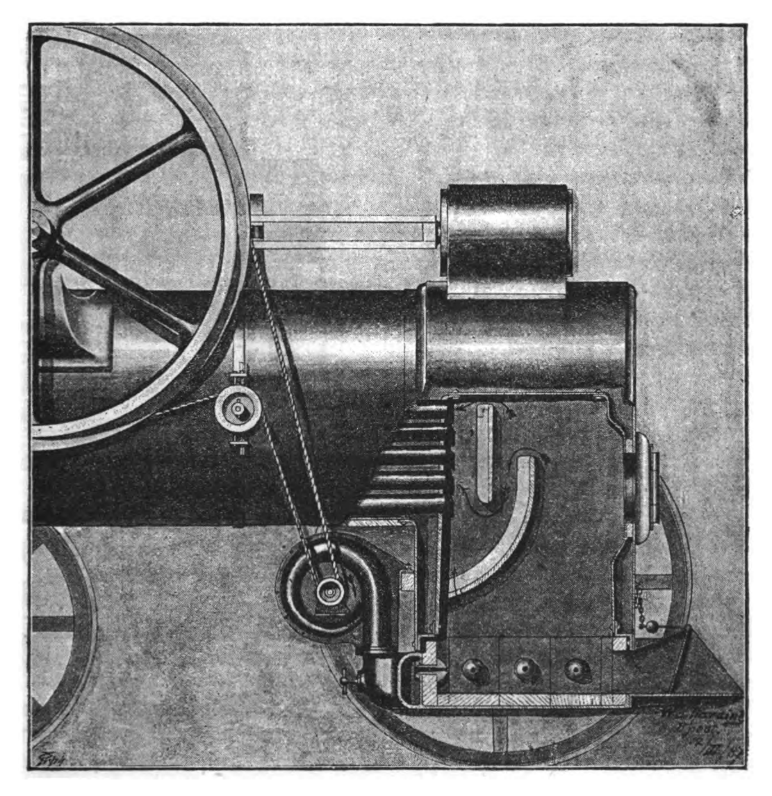


Fig. 20.

heizung von Clayton & Shuttleworth, welche in ihrer Anordnung von allen anderen Konstruktionen abweicht.

Vor der Feuerbüchse befindet sich eine zweite kleinere Feuerbüchse, an welcher der Rost von geringer Neigung angebracht wird.

Der Rost besitzt ebenso wie bei der Melegh'schen Konstruktion an seiner der Heizöffnung zugewendeten Seite nur enge Spalten und die

breiteren Spalten beginnen erst in der zweiten Hälfte des Rostes; zwischen den Roststäben und der Feuerbüchse aber wird ein weiterer Zwischenraum belassen.

In dem großen Feuerraume ist eine gußeiserne Schutzplatte aufgehängt, damit die Flammen nicht unmittelbar in die Feuerröhren dringen können, sondern gezwungen seien sich abwärts zu krümmen und sich inzwischen aufs neue zu vermengen, während welcher Zeit die Asche,

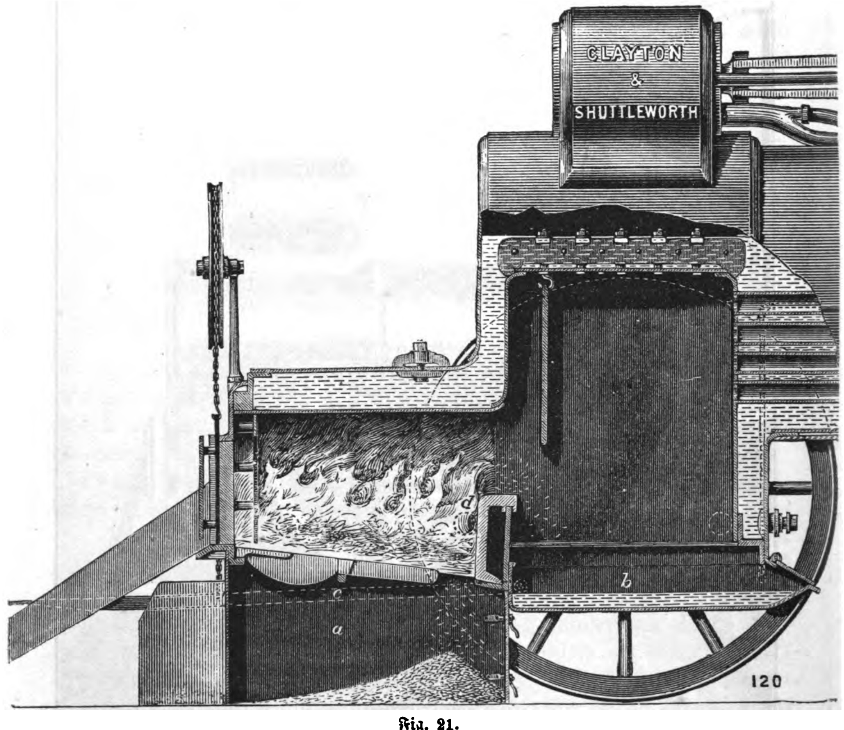


Fig. 21.

die sie mit sich reißen, zum großen Teile in den Aschenkasten der großen Feuerbüchse hinabfallen kann. Auf der Sohle der letzteren wird in der Regel Wasser gehalten.

Die meiste Asche fällt selbstverständlich durch die weiten Spalten des Rostes und durch den zwischen den Roststangen und der Feuerbüchse freigelassenen Raum hinab. Es wird dies befördert, indem der Heizer die Glut vermittelst der Gabel von Zeit zu Zeit schürt und auch die Feuerbüchse reinigt.

Der Aschenkasten a unterhalb des Rostes wird nur nach Aufstellung der Lokomobile aus einzelnen Platten aufmontiert; wenn sich derselbe unten nicht genau dem Boden anschließt, so sind die Lücken mittelst Erde oder Thon zu verstopfen. Auf dem Aschenkasten sind zwei Regulierdeckel zu finden und ist je nach der Richtung des Windes der eine oder der andere derselben zu benutzen; während des Transports ist dieser Aschenkasten wieder zu demontieren.

Die schiebbare Heizthüre hängt an einer Kette, welche sich um eine Winde dreht und an einen Fußhebel befestigt ist. Durch Hinabdrücken des Hebels wird die Heizthüre gehoben und das frühere Stroh durch das neuerdings eingeführte vorwärts geschoben. Vor der Heizthüre ist eine kurze Blechmulde sichtbar, an welche die zur Einführung des Strohs dienende schiefe Platte befestigt wird.

Wollen wir diese Lokomobile zur Kohlenfeuerung benutzen, so muß an der Stelle des Strohrostes ein zur Kohlenheizung geeigneter Rost angebracht werden; die zur Strohfeuerung verfertigte große Feuerthüre ist zur Kohlenfeuerung ungeeignet, dieselbe wird aber durch Einlage eines ∩ Eisens verkleinert und mit einer zweiflügeligen Thüre versehen, nachdem wir die schiebbare Heizthüre, die Winderolle, die Kette und den Fußhebel demontiert haben.

Eine wesentliche Umgestaltung erheischt die Lokomobile, wenn wir dieselbe zur Holzfeuerung verwenden wollen. Zu diesem Behufe muß nicht nur der bei der Strohfeuerung verwendete Rost, sondern auch die Schutzplatte und die Feuerbrücke entfernt und an der letzteren Stelle ein Querträger befestigt werden. Der Rost für die Holzfeuerung wird in der großen Feuerbüchse untergebracht und wird mittelst einer in der kleinen Feuerbüchse liegenden Vorderrostplatte ergänzt.

β) Gleichfalls nur eine Heizthüre besitzt die Konstruktion Elworthy, welche wir in der Figur 22 abbilden.

Nach Entfernung der zur normalen Kohlenfeuerung bestimmten Roste werden die gußeiserne Platten mittelst ihrer Haken auf die Rostträger gehängt.

Durch die Mitte des hierdurch gebildeten Beckens dringt die Rostachse, welche im Vorderteil des Aschenkastens und in der hintern Gußplatte gelagert ist, und in dieser Lage durch einen hierdurch gesteckten Bolzen gehalten wird. Die auf dieser Achse befestigten gußeisernen Arme und die Seitenteile mit ihren vorspringenden Stangen bilden zusammen den Rost.

Die Rostachse hat an ihrem Ende eine kleine Kurbel, mit deren Hilfe dieselbe in Zeiträumen von 15—20 Minuten 2—3 mal halbgedreht wird, wodurch der Grund des Feuers von der Asche gereinigt wird. Diese Rostachse darf nicht ganz umgedreht werden, da sonst

auch die brennende Glut in den Aschenkasten fällt. Behufs Schutzes der Röhrenwände und vollständiger Verbrennung des Brennstoffes werden in den Feuerraum 3 konvexe Eisenplatten angebracht und zwar in der Weise, daß dieselben mit ihrem untern Ende sich auf den Rostträger, mit dem obern aber auf die Vorwand der Feuerbüchse stützen, wobei besondere Aufmerksamkeit darauf zu verwenden ist, daß dieselben dicht enge nebeneinander zu liegen kommen. Die Flammen und die verbrennbaren Gase werden zwischen den engen Öffnungen der konvexen Platten zusammengepreßt, vermengen sich daher gut und verbrennen möglichst vollständig. Der größte Teil der Asche und des Rußes wird

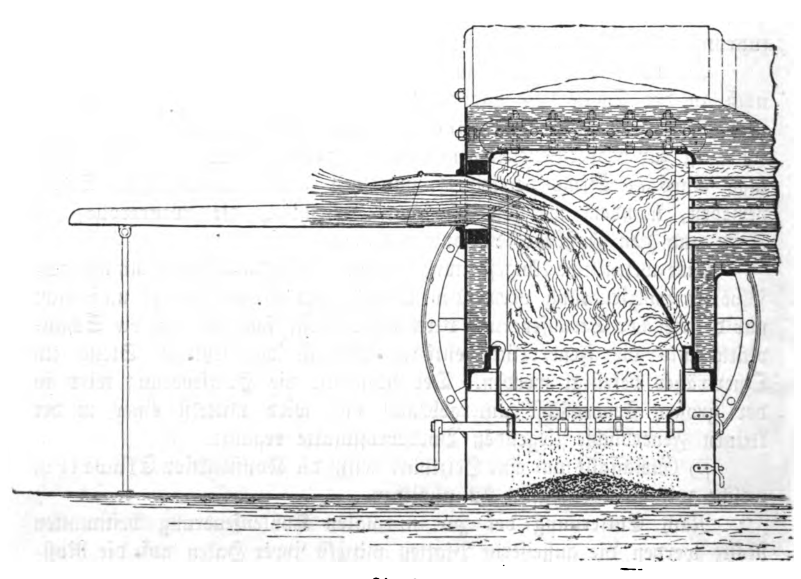


Fig. 22.

gleichfalls durch die Schutzplatten zurückgehalten und ist von derselben von Zeit zu Zeit mittelst eines krummen Schüreisens abzufegen.

Die hinwegziehenden Flammen besorgen die Vorwärmung des Strohs, welches durch die in normaler Höhe befindliche Heizöffnung reicht. Die Heizöffnung darf nicht vollständig ausgefüllt sein, damit durch dieselbe zu den zusammengesperrten Feuergasen Luft zuströmen könne und auch die wegen Luftmangel noch nicht entzündeten Gase verbrennen. So besorgt die Heizöffnung zugleich das Geschäft der Rauchverzehrung, indessen muß beim Beginn der Feuerung die Heizöffnung

vollständig zugestopft werden, damit der Rauch infolge des schwachen Luftzuges zu derselben nicht herausströme.

Bei Strohfeuerung besitzt die Heizöffnung anstatt der normalen, eine nach auswärts in Trichterform gedehnte Heizthüre, an welche sich auch noch eine Stroh führende Mulde schließt.

An Stelle des bei Kohlenfeuerung verwendeten Aschenkastens wird nach Aufstellung der Lokomobile aus besonderen Platten ein Aschenkasten zusammengestellt, dessen Seiten mittelst Schrauben an dieselbe Stelle, wo früher die Öhren des gewöhnlichen Aschenkastens sich befanden, befestigt und an die Feuerbüchse gebunden werden.

Bei einem Transport der Lokomobile ist der Aschenkasten jedesmal zu demontieren.

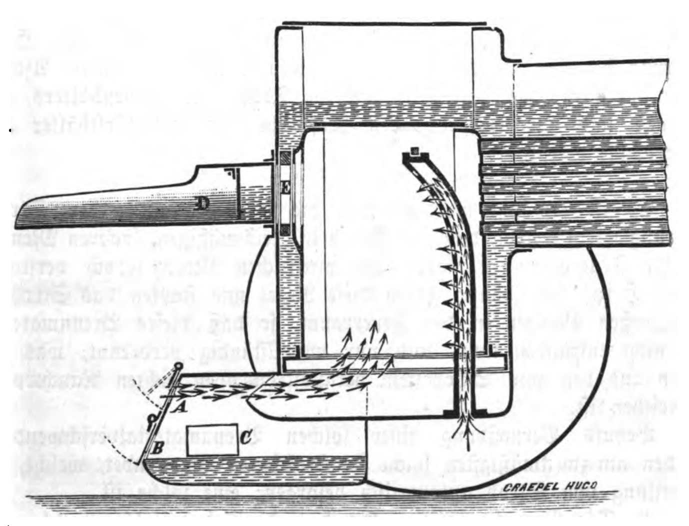


Fig. 23.

γ) Die in jüngster Zeit konstruierte Vorrichtung für Strohfeuerung von Marschall Sons & Comp. wird in Figur 23 dargestellt.

Vor die Heizöffnung E, welche sich am normalen Orte befindet, wird eine Blechmulde D angebracht, welche durch eine mit Klappen versehene Heizthüre verschlossen ist. Die vor der Heizöffnung liegenden Teile der Mulde sind mit Thon zu bestreichen, damit hier keine Luft in den Feuerraum dringen könne. In der Feuerbüchse wird kein Rost verwendet, sondern das durch die Klappenthüre mit der Hand eingeschobene Stroh sinkt auf die Sohlenplatte des normalen Aschenkastens hinab, um auf derselben zu verbrennen.

In der ganzen Breite des Feuerraumes ist ein ausgehöhlter konvexer gußeisener Schirm angebracht, welcher einerseits das Einsaugen von Schlacke und Asche in die Feuerröhren behindert, andererseits aber durch die Öffnungen, welche sich an der der Heizthüre zugewendeten Seite befinden, einen Strom von Außenluft zu den Heizgasen leitet, infolgdessen die Rauchgase sich gut vermengen und verbrennen.

Die im Aschenkasten sich sammelnde Schlacke und Asche kann mittelst einer Eisenstange in die Aschenkiste C gescharrt werden, welche zum Teile mit Wasser gefüllt ist und so die noch glühenden Abfälle zum Erlöschen bringt. Diese untere Aschenkiste besitzt an der äußern Seite 2 Thürchen, von welchen A zur Regulierung der in den Feuerraum strömenden Luft, B aber, sowie auch die Seitenthüre C zur Ermöglichung der Reinigung der unteren Kiste dienen.

Wollen wir zeitweilig die Lokomobile zur Kohlen- oder Holzfeuerung benutzen, so werden nur die Mulde und der untere Aschenhälter entfernt, die Heizthüre und die Thüre des Aschenhälters eingehängt und die entsprechenden Roststäbe auf die Rosthälter der Feuerbüchse gelegt.

* * *

Es ist erwähnt worden, daß die Hauptbedingung der Strohfeuerung darin besteht, daß das Stroh in gleichmäßigen, lockeren Mengen in den Feuerraum gelange. Im praktischen Leben jedoch verstoßen unsere Heizer sehr häufig gegen diese Regel und stopfen das Stroh in allzugroßen Mengen in den Feuerraum, so daß dieses Brennmaterial sich nicht entzünden kann, und nur unvollständig verbrennt, was am besten aus den zum Schornstein herausströmenden dichten Rauchwolken zu ersehen ist.

Behufs Vermeidung einer solchen Brennmaterialverschwendung werden am zweckmäßigsten solche Konstruktionen angewendet, welche, die Zuteilung von Stroh automatisch besorgen; eine solche ist

δ) Die Vorrichtung von Head und Schemioth, welche wie Figur 24 zeigt, mit den bei den Häckselschneidemaschinen in Verwendung stehenden Speiscylindern und Mulden fast identisch ist. Die gezahnten Speisewalzen sind in einem besondern Gußstück placiert und das letztere ist mittelst Schrauben vor der breiten Heizöffnung an die Steinplatte der Feuerbüchse befestigt.

Auf der Achse der einen Walze sitzt eine Riemenscheibe, welche mittelst gekreuzten Riemens von der Hauptwelle der Maschiene getrieben wird. Da die Achsen der beiden Walzen mit in Eingriff stehenden Zahnrädern verbunden sind, so drehen sich dieselben in entgegengesetzter Richtung, ziehen das in die Mulde locker gelegte Stroh gleichmäßig ein und streuen dasselbe in den Feuerraum. Das Einlegen des Strohes

in die Mulde erheischt einen Arbeiter, welcher darauf zu achten hat, daß die Speisung bald an der rechten, bald an der linken Seite der breiten Walze bewirkt wird.

Bevor die Dampfmaschine in Gang gebracht wird, besorgt ein Arbeiter die Bewegung der Walzen mittelst einer außerhalb der Riemenscheibe anzubringenden Kurbel; nur ist, da der Luftzug zu dieser Zeit noch ein schwacher, darauf zu achten, daß der Feuerraum nicht mit Stroh überstopft wird. Zu Beginn der Feuerung ist trockenes Stroh zu verwenden, damit nicht allzudichter Rauch sich entwickelt.

Über den Speisewalzen werden 3, mittelst Deckel versperrte, Öffnungen belassen, durch welche das Feuer beobachtet und die Glut von

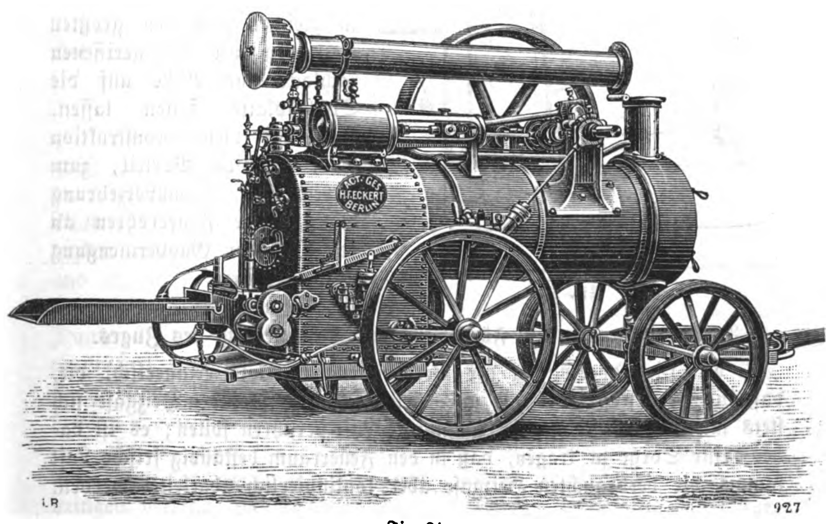


Fig. 24.

Zeit zu Zeit mittelst Schüreisens geschürt werden kann. Durch diese Öffnungen können auch die Ablagerungen von Asche und Schlacke von der Röhrenwand, oder wenn eine Feuerbrücke verwendet wird, von dieser hinweg gescharrt werden.

Die hier behandelte Vorrichtung entspricht bei langem Stroh sehr gut ihrer Bestimmung, doch läßt sie bei einer Speisung mit Spreu das Brennmaterial fast ganz auf den Vorderteil des Rostes fallen.

Daher wird bei besseren Konstruktionen (s. Fig. 25) der Rost aus in breiten Zwischenräumen gelegten Stäben gebildet, als seine Verlängerung aber wird hinter dem Schirm eine in Scharnieren drehbare Sohlenplatte angebracht, welche mittelst eines durch den Aschenkasten

hindurchragenden Hebels umgeklappt werden kann, wodurch die hinter der Feuerbrücke auf der Sohlenplatte sich sammelnde Asche mit den Abfällen in den Aschenkasten fällt.

Die Flammen und die sich entwickelnden gasartigen Brennprodukte pressen sich zum Teile in dem engen Raum zwischen den Schutzplatten zusammen, zum Teile aber durch die im untern Teile des vordern Schirmes befindlichen Öffnungen hindurch, vermengen sich inzwischen gut und verbrennen demnach möglichst vollständig, während sie zu gleicher Zeit den größten Teil der mit sich gerissenen Schlacke und Asche auf die Sohlenplatte fallen lassen. Auch bei dieser Konstruktion wäre es von Vorteil, zum Zweck der Rauchverzehrung durch einige Feuerröhren an den Ort der Gasvermengung Luft zu leiten.

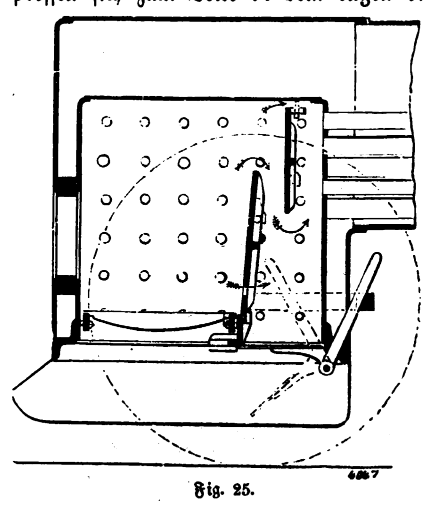


Fig. 25.

3. Vorrichtungen zur Förderung und Regulierung des Zuges.

Die Grundbedingung des Verbrennens ist, wie erinnerlich, die, daß die Brennstoffe und die aus diesen sich entwickelnden Heizgase sich stets mit einer hinreichenden Quantität Luft berühren sollen; es ist daher dafür Sorge zu tragen, daß in den Feuerraum beständig frische Luft kommt, die verbrauchten Heizgase aber kontinuierlich abgeleitet werden.

a) Der Schornstein.

Zur Entwickelung des notwendigen Luftzuges dient in erster Reihe der Schornstein, welcher aus einem genietetem Blechcylinder besteht und oberhalb der Rauchkammer angebracht wird. Da die warmen Rauchgase leichter als die Luft sind, so steigen dieselben in den Schornstein empor und ziehen, indem sie einen Raum mit verdünnter Luft hinter sich zurücklassen, die Heizgase mit sich fort, wodurch wieder im Feuerraum die Luft verdünnt wird und neue Luftquantitäten einströmen können.

Die einströmende Luftmenge ersetzt daher immer die zum Schornstein herausströmende Luft; je mehr Luft demnach zum Schornstein ins Freie hinausströmt, um so größer wird der Luftzug sein, welcher dem Roste entgegenweht.

Die Quantität der aus dem Schornstein ziehenden Luft hängt aber von dem Querschnitte des Schornsteins und von der Luftgeschwindigkeit ab. Die letztere ist eine um so größere, je höher der Schornstein, und je wärmer die abziehenden Rauchgase sind.

Die Höhe des Schornsteins kann jedoch mit Rücksicht auf die leichte Transportfähigkeit der Lokomobile nur eine sehr beschränkte sein und kann mithin nur selten das 7—8fache des Schornsteindurchmessers überragen. Bei so kurzen Schornsteinen müßten aber die Heizgase behufs Ermöglichung des entsprechenden Luftzuges mit sehr großer Temperatur in den Schornstein gebracht werden, was selbstverständlich mit großem Wärmeverlust verbunden wäre. Damit die Heizgase nicht mit einer 300° übersteigenden Temperatur in den Schornstein gelassen werden müssen, benutzen wir zur Belebung des Luftzuges den Abdampf.

b) Das Blaserohr.

Der Druck des Abdampfes der Lokomobilen ist ein bedeutend größerer, als der Atmosphärendruck; leiten wir sonach diesen Dampf durch eine nach aufwärts gebogene enge Röhre, durch das sogenannte Blaserohr, in den Schornstein, so tritt derselbe mit großer Geschwindigkeit heraus, und reißt die im Schlot befindlichen Gase mit sich und erhöht dadurch deren Geschwindigkeit.

Die Geschwindigkeit des aus dem Blaserohre herausströmenden Dampfes kann durch die Verjüngung der Öffnung des Blaserohres vergrößert werden, zu welchem Zwecke das Blaserohr mit einem stellbaren dünnen Eisenringe versehen wird, mit dessen Hilfe wir der ausströmenden Schornsteinluft eine beliebige Geschwindigkeit zu geben vermögen.

Es ist jedoch nicht angezeigt, diese Blaserohröffnung allzu klein anzulegen, da sonst der Abdampf, indem er schwerer heraus zu dringen vermag, im Cylinder einen Gegendruck erzeugt und die Nutzarbeit beeinträchtigt, überdies auch der allzustarke Luftzug Funken mit sich reißt, wodurch Feuersgefahr entstehen kann.

Um auch bei der Anheizung, solange die Maschine noch nicht im Gange ist, den entsprechenden Luftzug herstellen zu können, ist es zweckmäßig ein besonderes, frischen Dampf führendes und mittelst Hahnes schließbares, kleines Hilfsblaserohr anzuwenden, welches jedoch nicht früher in Wirksamkeit treten darf, als bis die Dampfspannung $1\frac{1}{2}$ Atmosphäre erreicht hat, da sonst die Spannung des Dampfes rasch abnehmen und dies die Dampfbildung verzögern würde.

Auch in das große Blaserohr wird zuweilen frischer Dampf geleitet, damit der stürmische Luftzug den in den Feuerröhren abgelagerten Ruß mitreißen kann.

Die Blaseröhren werden stets in dem aus Blech oder häufig auch aus Gußeisen hergestellten Schornsteinstutzen angebracht und zwar mündet in der Regel das Hilfsblaserohr in das größere Blaserohr ein.

Der Schornsteinstutzen ist oberhalb der Rauchkammer befestigt und hält den Schornstein mittelst gußeiserner Ringe, oder solcher aus Winkeleisen; beim Transport ist der Schornstein auf den auf der Lokomobile befindlichen gabelförmigen Träger gelegt und allenfalls mit Schrauben in seiner Lage befestigt. Ebenso ist es üblich, auch während des Betriebes, die an den Rauchfang und dessen Stutzen genieteten Ringe mittelst einiger Schrauben an einander zu befestigen, damit der Schornstein nicht umstürzen kann.

Behufs bequemer Umlegung des Schornsteins hat Marshall eine Schrauben- und Kurbelkonstruktion verfertigt, während Coultas und H. Lanz eine Ketten- und Winden-Vorrichtung, Hornsby und Garrett einen langen Hebelarm empfehlen. Solche Vorrichtungen eignen sich besonders für Schornsteine, die mit schweren Funkenfänger-Apparaten versehen sind.

Für leichte Schornsteine sind solche Komplikationen durchaus überflüssig und erhöhen nur den Preis der Maschine.

* * *

Luftzugsregulatoren. Wir haben erwähnt, daß der Luftzug unter sonst gleichen Umständen in geradem Verhältnisse zur Luftgeschwindigkeit zu- und abnimmt; da nun die Geschwindigkeit der Luft je nach Maßgabe der der letzteren im Wege stehenden Hindernisse sich verändert, so kann der Luftzug vermindert werden, wenn die Luft genötigt wird, in ihrem Wege größere Hindernisse zu besiegen, sowie auch, wenn der Querschnitt des Durchströmens vermindert wird.

Den größten Widerstand der Luftströmung bildet ohne Zweifel die Brennstoffschicht; wollen wir also den Luftzug erhöhen, so darf das Brennmaterial nur in dünnen Schichten aufgelegt werden, während behufs Herabminderung des Luftzuges eine dickschichtige Feuerung bewirkt wird. Indessen eine Regulierung solcher Art gelingt nur einem geschickten Heizer und darum ist es zweckmäßiger, den Luftzug durch die Thür des Aschenkastens und die Klappen des Rauchfanges zu regulieren.

Wenn der Aschenkasten ganz fest an dem Unterteil der Feuerbüchse befestigt ist, so kann die Luft nur in der durch die Decke des Aschenkastens gelassenen Öffnung hindurch zum Roste dringen. Je enger diese Öffnung gelassen wird, um so weniger Luft kann durch dieselbe dringen, um so schwächer wird also auch der Luftzug sein, sowie denn umgekehrt durch Erweiterung der Öffnung auch der Luftzug verstärkt wird.

Oft wird auch im Rauchfange eine Drosselklappe verwendet.

Wird nun der Querschnitt des Rauchfanges durch die Klappe verkleinert, so dringen weniger Heizgase ins Freie heraus und es wird hierdurch auch der Bedarf an frischer Luft zum Zwecke des Ersatzes ein geringerer; diese Vorrichtung läßt sich daher zur Regulierung des Luftzuges ebenso verwerten, wie die Decke des Aschenkastens.

D. Sicherheitsvorrichtungen.

Der Kessel ist auch mit solchen Vorrichtungen zu versehen, welche zur Abwehr der Feuersgefahr, zur Füllung des Kessels, zur Erkennung des Wasserstandes und zum Ersatze des verdampften Wassers, zur Erkennung des Dampfdruckes und zur Regulierung desselben, zur Abwehr einer Kesselexplosion und schließlich auch zur Entfernung des Wassers und zur Reinigung des Kessels dienen. All diese Vorrichtungen werden insgesamt Sicherheitsvorrichtungen genannt, da ohne dieselben mitten im Betriebe nicht allein Störungen eintreten würden, sondern auch die Behandlung der Lokomobile in Ermangelung einer Kontrolle mit der Gefährdung des Lebens und Vermögens verbunden wäre.

1. Vorrichtungen zur Verhütung von Brandschäden.

Die durch den Rost hindurchfallenden, glühenden Brennmaterialteile werden im Aschenkasten aufgefangen und durch das zumeist darin befindliche Wasser gelöscht. Bei windstillem Wetter brauchen diese glühenden Teile nicht gelöscht zu werden, da ihre strahlende Wärme die einströmende Luft ein wenig erwärmt; doch muß in solchem Falle der Boden des Aschenkastens mit einer Aschenschicht bedeckt sein, damit derselbe nicht verbrennen kann.

Größere Feuersgefahr droht von Seite des Schornsteins, welcher bei Lokomobilen nur niedrig angelegt werden kann, und so kann der durch das Blaserohr hervorgerufene starke Luftzug viel Funken, glühende Kohlenteilchen und brennende Holz- und Kohlenstücke mit sich reißen. Zur Abwehr der hierdurch entstehenden Feuersgefahr dienen solche Vorrichtungen, welche das unmittelbare Herausdringen der Funken verhindern und dieselben abkühlen, oder solche, welche die Funken mittelst Wasser oder Dampf löschen, und schließlich solche, welche die Rauchgase auf gebundenem Wege leiten und bei dem Richtungswechsel der Gase die Funken zurückhalten.

a) Die Funkenkühler.

In der Regel werden auf dem Gipfel des Schornsteins Körbe aus Kupfer- oder Eisendraht befestigt; dieselben müssen so groß sein, daß die Summe der freien Öffnungen nicht kleiner ist, wie der Querschnitt des Rauchfanges. Größere brennende Bestandteile können durch

das Netz des Korbes nicht hindurchdringen und fallen sonach in die Rauchkammer zurück, der Funke aber kühlt ab, indem er sich an den Metalldraht schlägt und verliert seine zündende Wirkung. Die Kupferdrähte kühlen besser, als diejenigen aus Eisen und sind daher vorteilhafter, allerdings auch kostspieliger.

Da der Abdampf eine Ablagerung von Ruß auf dem Drahte bewirkt, so wird das Netz des Korbes alsbald von Ruß verstopft werden und demnach nicht mehr zu kühlen vermögen; auch ruft die Verringerung der Zwischenräume eine Abnahme des Luftzuges hervor und dazu kommt noch, daß der auf dem Draht liegende Ruß gleichfalls leicht Feuer fangen und, vom Winde fortgetragen, Brandschäden verursachen kann. Der Korb hat demnach täglich mindestens einmal mittelst einer Bürste gereinigt zu werden.

Der Korb ist entweder rund oder cylindrisch geformt; im letzteren Falle muß er mittelst einer Blechdecke schließbar sein, welche auf einer im Innern des Schornsteines placierten Stange angebracht ist und mit Hilfe eines kleinen Hebels sich heben und senken läßt. Bei Beginn der Arbeit, empfiehlt es sich, da wir den Luftzug noch nicht mittelst Dampfes befördern können, den Deckel zu heben, doch muß derselbe im Laufe der Arbeit stets geschlossen bleiben, damit brennende Teile nicht durch die Zwischenräume des Korbes und seines Deckels hinausgelangen können.

Behufs Zurückhaltung größerer brennender Teile und zum Schutze des funkenkühlenden Korbes wird in der Rauchkammer vielfach ein Rost- oder Drahtsieb angebracht, welche Vorrichtung jedoch den Nachteil hat, daß sie rasch von Ruß und Asche belegt wird und somit häufige Reinigung erheischt, überdies auch noch den Luftzug vermindert.

b) Die Funkenlöscher.

Bei denselben wird der durch das Blaserohr ausströmende Dampf zumeist durch mehrere übereinander gelegte konische Ringe geführt, an deren Wänden der Dampf sich fein verteilt und die Funken löscht. Indessen beeinträchtigen diese Funkenlöscher erheblich den Luftzug und können überdies bei der Anheizung nicht in Thätigkeit gesetzt werden, daher auch ihre Anwendung nicht empfehlenswert erscheint.

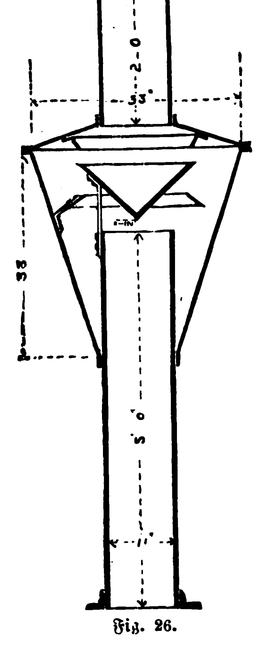
c) Die Funkenfänger.

Da die zur Zeit in Verwendung stehenden Funkenlöscher nicht hinreichende Sicherheit bieten, so entsprechen dieselben den in Deutschland vorschriftsmäßig erforderten Bedingungen der Sicherheitsvorrichtungen gegen Brandschäden nicht so gut wie die eigentlichen Funkenfänger, daher wir die letzteren im folgenden eingehender zu behandeln gedenken.

Bei Funkenfängern zwingen die in den Schornstein oder über denselben gelegten einzelnen Platten die Gase, auf gebundenem Wege ins Freie zu ziehen, wodurch die brennende Teile an den Stellen des Richtungswechsels der Gase zurückgehalten werden.

In Deutschland sind zahlreiche Funkenfänger in Verwendung, doch sind die meisten von komplizierter Konstruktion und schwer zu behandeln, dabei vermindern sie auch fühlbar den Luftzug, weshalb man bei der Auswahl des Funkenfängers nie vorsichtig genug sein kann. Die meist verbreiteten Konstruktionen sind die folgenden:

α) Der Funkenfänger von Graham, bei welchem im oberen Teile des Schornsteins eine doppelte konische Blechbüchse angebracht ist. Wie der in Fig. 26 dargestellte Längenschnitt des Schornsteins klar zeigt, werden die Rauchgase durch die konischen Einlagen von ihrer geradlinigen Bewegung abgelenkt, die festen Bestandteile schlagen sich an die Decke des Funkenfängers, fallen hinab und können aus dem unteren Teile mit Hilfe der dort angewendeten Schieber entfernt werden.


Fig. 26.

Da auch die übrigen Teile des Funkenfängers durch Ablagerung des Abdampfes rußig werden, so ist es zweckmäßig, die obere Deckplatte nur mittelst Schrauben zu befestigen. Nach Abnahme derselben ist alsdann der ganze Funkenfänger mit allen seinen Teilen leicht zu reinigen. Diese Reinigung hat wöchentlich mindestens einmal, die Entfernung des im unteren Teile sich ansammelnden Rußes aber täglich nach Einstellung der Arbeit stattzufinden.

Der Graham'sche Funkenfänger wirkt sehr zuverlässig und sein einziger Nachteil ist, daß er den Lufzug einigermaßen behindert. Dem könnte zwar durch Verjüngung der Öffnung des Blaserohres abgeholfen werden, doch würde hierdurch der Gegendruck des Abdampfes im Dampfcylinder zunehmen.

β) Der Funkenfänger von Strube (Fabrik Buckau-Magdeburg) ist in Fig. 27, seinem Längsschnitte nach, dargestellt. Im Unterteile des Schornsteins sind mehrere in einer Schraubenlinie sich erhebende Blechstreifen angebracht. In der Mitte des Rauchfanges befindet sich eine Blechbüchse in der Form eines stumpfen Kegels.

Das nach oben gerichtete Ende des Blaserohres ist verlängert

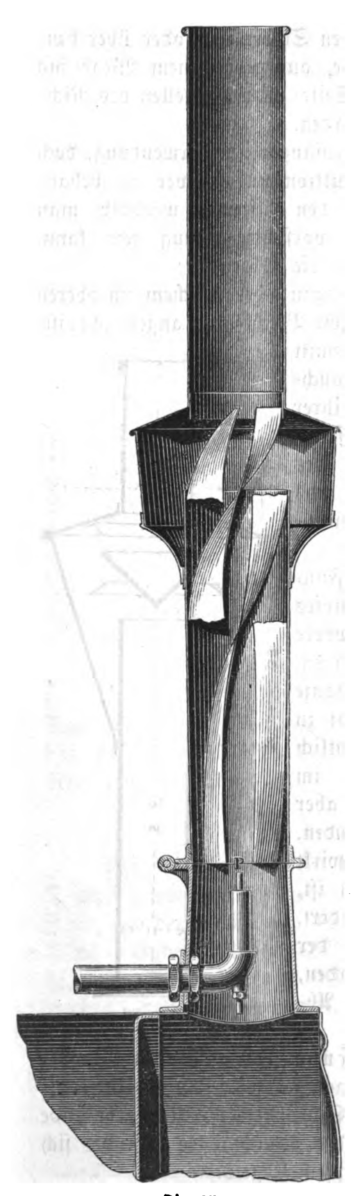


Fig. 27.

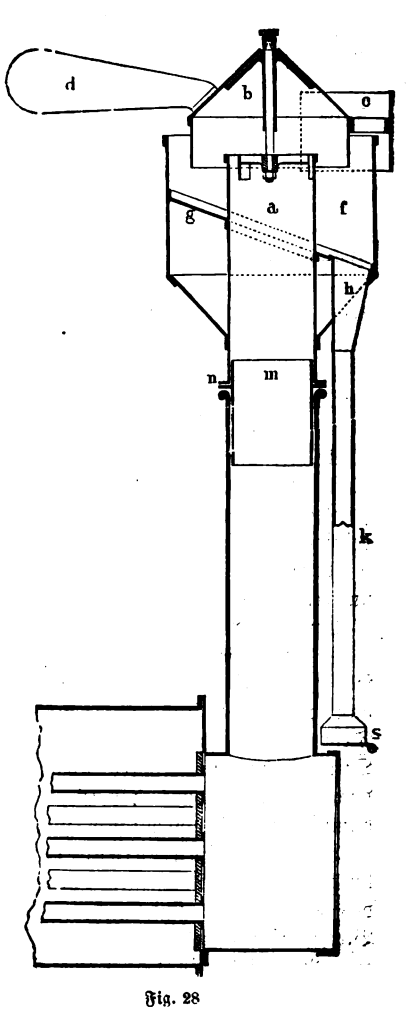


Fig. 28

und lenkt der in der Mittellinie des Schornsteins in gerader Richtung geführte Dampf die ausströmenden Rauchgase gleichmäßig gegen die Blechstreifen, infolge dessen dieselben in drehender Bewegung emporsteigen. Indem sie in den Raum des Funkenfängers gelangen, büßen die Gase daselbst infolge ihrer Ausdehnung viel von ihrer Geschwindigkeit ein, während die festen Bestandteile ihre Bewegung in Schraubenlinien fortsetzen und sich so an die obere Schlußplatte stoßen und am Boden des stumpfen Kegels sich ansammeln, von wo sie durch die mittelst eines Schiebers abgeschlossene Öffnung täglich zu entfernen sind.

Die Strube'schen Funkenfänger haben sich bei einer in Magdeburg stattgehabten Konkurrenz*) sehr gut bewährt.

γ) Der Funkenfänger von Neuhaus, erzeugt von Schäffer und Budenberg in Buckau-Magdeburg, besteht, wie aus Fig. 28 ersichtlich, aus einem Rohre a von der Weite des Schornsteins, auf welchem der Apparat angebracht werden soll; aus der oben geschlossenen drehbaren Haube b, um welche der mit Windschutz c und Windfahne d ausgerüstete Kegel sich drehen kann. Der durch a aufsteigende Rauch wird durch b abwärts gedrängt und steigt in dem äußeren Blechcylinder f wieder aufwärts, um den Schornstein zu verlassen. Infolge der Windung der Rauchgase werden die Funken zuerst gegen die Haube b und von da auf den schrägliegenden Boden g des Cylinders f geschleudert, von wo sie durch den Trichter h von Zeit zu Zeit durch Öffnung eines Schiebers entfernt werden können.

δ) Ganz gut entspricht ferner auch der amerikanische tellerförmige Funkenfänger (Fig. 61), welcher bei den Lokomobilen der Maschinenfabrik der ungarischen Staatsbahnen verwendet wird. Am Gipfel des Schornsteins ist eine Blechbüchse in der Form eines doppelten stumpfen Kegels angebracht, in deren Mitte sich ein auf einer Schraubenstange auf- und abstellbarer gußeiserner Teller befindet. Die Funken stoßen sich an diesen und sinken hinab. Die Rauchgase stoßen sich, von ihrer Richtung abgelenkt, an den oberen Kegel und lassen daselbst auch die mit sich gerissenen Funken fallen. Durch Höher- oder Tieferstellung des Tellers kann die Wirksamkeit des Funkenfängers und zugleich die Stärke des Luftzuges reguliert werden.

ε) Zu erwähnen wäre hier noch der Funkenfänger von Petzhold, welchen Flöther in Gassen an seinen Lokomobilen anwendet. Derselbe besteht aus einem in dem Schornsteinstutzen eingefügten Siebcylinder, in dessen Öffnungen die Funken abgefangen und zurückgehalten werden.

*) Siehe Heft 7 der technischen Mitteilungen des Magdeburger Vereins für Dampfkesselbetrieb.



d) Die kombinierten Funkenfänger

werden aus einer Kombination der Funkenlöscher und der eigentlichen Funkenfänger gebildet.

α) Eine solche Konstruktion von R. Wolf ist in Fig. 29 anschaulich gemacht. Unmittelbar oberhalb der Rauchkammer befindet sich die konische Büchse, in welcher die Rauchgase zuerst sich an den das Blasrohr umfangenden stumpfen Kegel und dann an die Decke des Funkenfängers stoßen, um dann in den unteren Raum des Kegels hinab zu sinken, von wo sie zeitweilig durch die mit einer Decke abgeschlossene kleine Öffnung hinweggefegt werden können. Oberhalb des inneren stumpfen Kegels wird das Blaserohr von einem

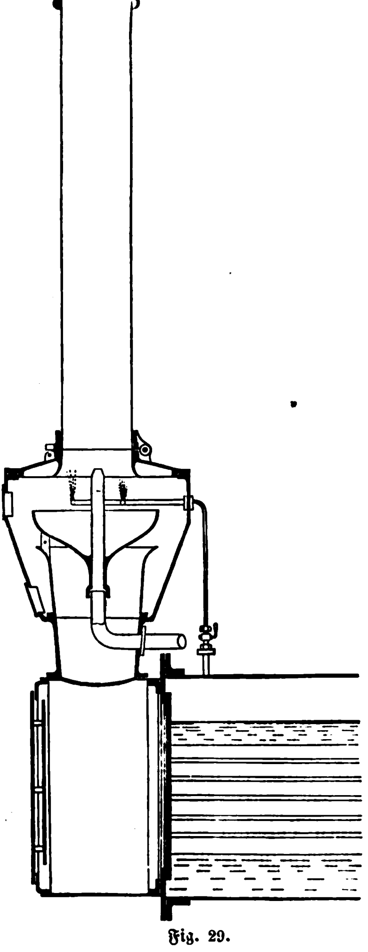


Fig. 29.

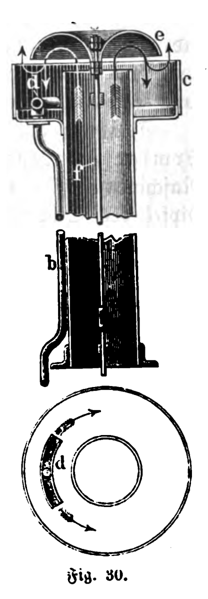


Fig. 30.

kleinen, frischen Dampf führenden Rohre umschlossen, aus welchem gleichfalls ein feiner Dampfstrahl in den Rauchfang geführt werden

kann, durch welchen auch während der Arbeitsrast etwa aufsteigende Funken gelöscht werden können.

β) Eine sehr gelungene Kombination des amerikanischen tellerförmigen Funkenfängers mit einer Funkenlöschvorrichtung zeigt der in Fig. 30 dargestellte Funkenfänger von H. Lanz in Mannheim. Der gußeiserne Teller e kann durch die Stange f und mittelst eines Hebels zur Regulierung des Luftzuges und der Wirksamkeit des Funkenfängers, wie oben, verstellt werden.

Zum Löschen der durch den Teller nach abwärts gelenkten Funken führt Lanz mittelst des unterhalb des niedrigsten Wasserstandes in den Kessel mündenden Rohres b Kesselwasser in das Segmentrohr d des cylindrischen Gefäßes c am oberem Ende des Schornsteins. Das ringförmig austretende Kesselwasser bildet in der freien Luft feuchten Dampf und löscht sehr wirksam die glühenden Kohlenteilchen.

Zum Ablassen des Kondensationswassers, sowie zur Entfernung der Aschenteilchen ist im Boden des Löschcylinders ein besonderes Ableitungsrohr angebracht.

2. Vorrichtungen zur Erhaltung und Beobachtung des Wasserstandes.

Der Wasserraum der Lokomobile ist vor Beginn der Arbeit zu füllen, das verdampfte Wasser aber während der Arbeit kontinuierlich zu ersetzen. Sinkt im Kessel der Wasserstand so tief hinab, daß einzelne Teile der Heizfläche nicht mehr gekühlt werden, so überhitzen sich dieselben und können durch den Dampfdruck leicht gesprengt werden, wodurch auch eine Kesselexplosion entstehen kann. Darum ist es von Wichtigkeit, den Kessel auch mit solchen Vorrichtungen zu versehen, welche die unausgesetzte Beobachtung und Kontrolle des Wasserstandes gestatten und ferner mit solchen, welche eventuell auch automatisch auf die nahe Gefahr aufmerksam machen.

a) Das Füllrohr.

Das Füllen des Kessels wird bei den meisten Lokomobilen durch die am Mannlochdeckel befindliche und mittelst einer Messingschraube verschließbare Öffnung bewirkt. Das Füllen des Kessels durch die Öffnung des Sicherheitsventils empfiehlt sich nicht, da sonst das Nest des Ventils leicht Schaden nehmen kann.

Bei einigen Konstruktionen werden besondere Füllröhren verwendet, in welche der Trichter hineingelegt werden kann. Dieses Füllrohr wird, wie Fig. 31 u. 32 zeigen, an seiner Flantsche a mittelst Schrauben an den Kessel befestigt. Die Öffnung des Füllrohres b kann mittelst eines Deckels derart abgeschlossen werden, daß keine Luft hindurchdringen kann, zu welchem Zwecke der Bügel c sich an die Flantsche

des Füllrohres klammert und für die Spannschraube d das Gehäuse bildet. Statt des Bügels und der Spannschraube wird die Öffnung des Füllrohres einfacher mittelst einer Messingschraube geschlossen.

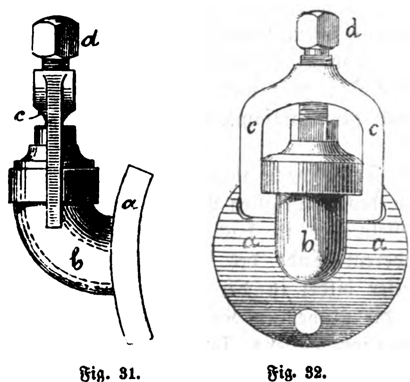


Fig. 31. Fig. 32.

Der Kessel ist bis zum oberen Wasserstandszeichen zu füllen, und muß inzwischen der Dampfprobierhahn geöffnet, oder aber das Sicherheitsventil gehoben werden, sodaß die im Kessel befindliche Luft frei ausströmen kann. Zur selben Zeit wird es geraten sein, den Wasserprobierhahn und die unteren Hähne des Wasserstandglases zu wiederholten Malen auf je einen Augenblick zu öffnen, um sich davon zu überzeugen, ob dieselben verstopft sind, in welchem Falle die mit dem Kessel korrespondierenden Öffnungen mit Draht zu durchstechen sind.

b) Die Speise-Pumpen.

Zum Ersatze des verdampften Wassers werden bei Lokomobilen in der Regel Kolbenpumpen verwendet, während zu gleichem Zwecke Dampfstrahlpumpen seltener gebraucht werden.

Da die Pumpen leicht in Unordnung geraten, ist es zweckmäßig zwei Pumpen von verschiedener Konstruktion anzuwenden, von denen eine jede im Notfalle im stande ist, das 3—4fache des bei normaler Arbeit konsumierten Wassers in den Kessel zu befördern, damit bei einer allfälligen plötzlichen Abnahme des Wasserstandes das Wasser so rasch als möglich wieder auf die erforderliche Höhe gebracht werden kann.

Bei kleineren Lokomobilen genügt es eine Handpumpe und eine Dampfstrahlpumpe anzuwenden, bei größeren Maschinen jedoch wäre die Arbeit mit der Handpumpe zu mühselig, daher kommen auch bei solchen mit der Maschine betriebene oder Dampfstrahlpumpen zur Benutzung.

Das gepumpte Wasser wird mittelst eines Speiserohres in den Kessel geleitet. Dieses Rohr hat unterhalb des Wassers auszumünden und ist es, da aus dem Speisewasser sich gerade dort der meiste Schlamm ablagert, wo sich dasselbe mit dem heißen Kesselwasser berührt, zweckmäßig, das Speiserohr auf 10—15 cm von der Kesselwand einwärts zu biegen, damit sich der ablagernde Schlamm nicht in engem

Raum ansammeln kann, widrigenfalls die Bleche sich rasch abnutzen. Da das Ende des Speiserohres sich leicht verstopfen kann, so muß es auf leicht zugängliche Weise placiert werden.

Zwischen der Pumpe und dem Speiserohr wird ein sogenanntes Speiseventil angebracht, welches einerseits vom Kesselwasser geschlossen wird, andererseits aber vom einströmenden Wasser der Pumpe stoßweise gehoben wird und so den Rückfluß des Kesselwassers verhindert. Dieses Ventil ist abgesondert an das Speiserohr befestigt, oder aber — und dies ist der häufigere Fall — es ist im Ventilgehäuse der Pumpe untergebracht. Ist das Speiseventil geschlossen, so können wir die übrigen Teile der Pumpe auch während des Betriebes zerlegen. Es ist ferner gebräuchlich zwischen dem Speiseventil und dem Kessel auch einen Absperrhahn anzubringen, damit das Speiseventil auch während des Betriebes sich untersuchen und allenfalls reparieren läßt.

Hier mag erwähnt werden, daß die Kolbenpumpen der Lokomobile sich auch dazu eignen, bei Kesselproben eine besondere Pumpe zu ersetzen, wenn die Füllöffnung sonst das Anfüllen des ganzen Kessels gestattet. Nach Absperrung derselben genügt es in diesem Falle das Schwungrad einigemal umzudrehen, um durch die Kolbenpumpe noch so lange Wasser in den Kessel zu drücken, bis die zur Prüfung vorgeschriebene Spannung im Kessel erzeugt wird.

α) Kolbenpumpen.

Diese Pumpen werden entweder mit der Hand oder durch die Maschine getrieben, im letzteren Falle wird die Treibstange des Kolbens bei Lokomobilen in der Regel durch einen auf der Hauptwelle angebrachten Exzenter bewegt. Bei einigen Konstruktionen bewegt die Treib- oder Kurbelstange der Maschinensteuerung zugleich auch den Pumpenkolben, oder es bildet die Schieberstange selbst durch eine Verdickung den Pumpenkolben, in welchem Falle darauf zu achten ist, daß die in einer Linie befindlichen Stopfbüchsen in gleichmäßiger Weise angezogen werden, damit nicht schiefe Spannkräfte auftreten. Die allgemeine Anlage der normalen Pumpe ist in Fig. 33 und 34 in der Ausführung von Ransomes Sims & Head in Horizontal- und Querschnitt dargestellt.

Der Pumpenkolben A wird aus Messing oder Gußeisen hergestellt. Er besitzt am Boden ein Gelenk, mit welchem die Pumpenstange B verbunden ist. Der Kolben ist nur locker in den Pumpencylinder gefügt. Der letztere ist an seinem Oberteile weiter ausgedreht und ragt in diese Höhlung die Stopfbüchse C hinein, welche die luftdichte Abschließung des Kolbens bewirkt. Als Packung wird in der Regel ein Hanfgeflecht verwendet, welches nur in Wasser

getränkt werden darf, damit nicht fettige Teile in den Kessel gelangen.

Mit dem Pumpencylinder ist das Ventilgehäuse verbunden, in welchem das Saugventil a und das Druckventil b, wie in der Zeichnung ersichtlich, in einer Mittellinie übereinander, in anderen Fällen nebeneinander placiert werden. Die aus Messing verfertigten Ventile werden aus Tellern in der Form von stumpfen Kegeln gebildet, welche auf der Kegelfläche des gleichfalls aus Messing gearbeiteten Ventilnestes aufliegen und in diesem durch ihre Führungsrippen in gerader Richtung geleitet werden.

Bei anderen Konstruktionen wendet man an Stelle der tellerförmigen Ventile metallene Kugelventile an, welche auf konischen Ventilnestern liegen und deren Hub durch die kugelförmig ausgehöhlten Enden der Verschlußschrauben des Ventilgehäuses begrenzt werden.

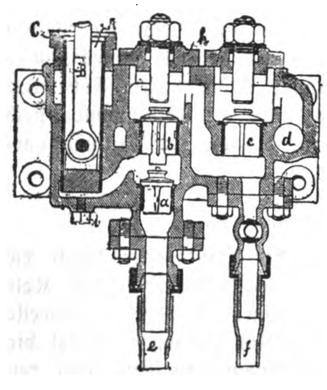


Fig. 33.

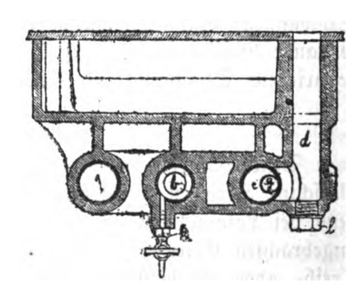


Fig. 34.

Diese Ventile nutzen sich nicht so rasch ab, wie die Kegelventile, doch genügt schon eine geringe Abnutzung, um sie unbrauchbar zu machen, da sie sich nicht aufs neue aufrichten lassen.

Der Hub des Saugventils wird durch den hinunterragenden kleinen Dorn des Druckventils begrenzt, während für das Druckventil die Verschlußschraube das Stoßkissen bildet. Das Ventil c bildet das Speiseventil und das durch dasselbe dringende Wasser wird durch das Speiserohr d unter dem niedrigsten Wasserstande in den Kessel geleitet.

Unterhalb des Saugventils erblicken wir das Saugrohr e, welches aus Kupfer oder aus einer mit Drahtspiralen versteiften Gummiröhre gefertigt wird. Das obere Ende des Gummischlauches ist mit einem Holländer an das Ventilgehäuse befestigt; häufig wird der Schlauch

mit einer konischen Messingschraube versehen und einfach in die mit einer Verschlußschraube versehene Öffnung der Pumpe eingeschraubt. Es ist darauf zu achten, daß die Verbindung stets luftdicht hergestellt wird, und daß der Gummischlauch sich nicht infolge der Pulsierung des Wassers an dem Rand des Wasserbottiches reiben kann, da sich derselbe sonst rasch abnutzt. An das untere Ende des Saugrohres pflegt man ein Sieb zu befestigen, welches den Zweck hat, zu verhindern, daß feste Bestandteile in die Pumpe gelangen.

Unterhalb des Speiseventils wird ein Rückflußrohr angewendet, in dessen oberem Teile ein Rückflußhahn g angebracht ist.

Behufs leichterer Zugänglichkeit der Ventile befinden sich oberhalb des Ventils b und c weite Öffnungen, welche mittelst Deckel und durch diese hindurch reichende Schrauben luftdicht verschlossen sind. Die Köpfe der Schrauben legen sich im Innern des Ventilgehäuses gegen zwei Knaggen, sodaß durch Anziehung der Schraubenmuttern die Deckel fest niedergedrückt werden. Will man die Deckel abnehmen, so müssen nach Lösung der Schraubenmuttern die Stangen verdreht werden.

* * *

Um uns die Wirkung der Pumpen zu vergegenwärtigen, denken wir uns den Kolben aus seinem tiefsten Stande emporgehoben; es dehnt sich hierdurch die im Ventilgehäuse befindliche Luft aus und wird infolgedessen dünner; die Außenluft, deren Druck nun ein größerer ist, drückt das Wasser in dem Saugrohr e hinauf, hierbei das Saugventil a hebend und gelangt durch die hierdurch entstandene Öffnung in das Ventilgehäuse. Beim Zurückschieben des Kolbens drückt das im Vorraume des Ventilgehäuses befindliche Wasser das Ventil a hinab und hebt das Druckventil b, um in den oberhalb desselben befindlichen Raum zu gelangen. Bei der wiederholten Hebung des Kolbens saugt die sich verdünnende Luft das Ventil b an seinen Platz zurück und das durch die Außenluft eingedrückte Wasser dringt wieder durch das Saugventil hindurch. Bei einer fortgesetzten Bewegung des Kolbens füllt sich auch der hinter dem Druckventil befindliche Raum mit Wasser; und ist der Hahn g gesperrt, so gelangt das Wasser durch das Speiseventil c in das Rohr d und so endlich in den Kessel.

Das Speisen des Kessels kann also leicht eingestellt werden, wenn man den Rückflußhahn öffnet, in welchem Falle das aufgepumpte Wasser durch das Rohr f in den Bottich zurückfließt. Es ist jedoch zweckmäßiger, das Speisen unausgesetzt zu bewirken und gleichmäßig so viel Wasser in den Kessel zu leiten, als verdampft; der Hahn g wird daher nur soweit geöffnet, daß durch denselben bloß das überflüssige Wasser in den Bottich zurückfließt. Das fortgesetzte Speisen hat den Vorteil, daß das Speiseventil nicht verschlammt werden kann

und daß bei gleichmäßiger Feuerung eine ständige Dampfspannung sich leichter erhalten läßt.

Das nach dem Betriebe in der Pumpe zurückgebliebene Wasser ist abzulassen, zu welchem Zwecke unterhalb des Pumpencylinders eine Schraube i angebracht ist. Das Ablassen des Wassers ist darum notwendig, weil dasselbe sonst im Winter gefrieren könnte, in welchem Falle es sich ausdehnt und leicht die Pumpe zum Bersten bringen kann. Ist an der Pumpe ein diesem Zwecke dienender Hahn nicht angebracht, so muß vor der Einstellung der Arbeit das Saugrohr aus dem Bottiche gehoben werden, die eingepumpte Luft drückt alsdann den größten Teil des im Ventilgehäuse befindlichen Wassers heraus.

Es ist ferner auch für die Entfernung der in der Pumpe sich ansammelnden Luft zu sorgen, da dieselbe sonst den ordentlichen Verlauf des Betriebes zu stören vermag. Zu diesem Zwecke wird bei der in Fig. 33 dargestellten Pumpe zwischen dem Saug- und dem Druckventil ein mit m bezeichneter kleiner Lufthahn angebracht, welcher geöffnet werden muß, wenn die Pumpe in Gang gesetzt wird, wenn allfällige Störungen eintreten und zeitweilig auch zur Kontrolle, — aber nur wenn der Kolben nach innen geht. Wenn nun in solchen Fällen ein Wasserstrahl zum Lufthahn herausschießt, so zeigt dies, daß die Pumpe regelmäßig arbeitet; darum wird auch dieser kleine Lufthahn Probierhahn genannt.

Schließlich ist noch zu erwähnen die Metallschraube l, nach deren Entfernung das Speiserohr gereinigt werden kann, falls es von Schlamm verstopft ist.

* * *

Das in den Kessel gepumpte Wasser kann mit um so weniger Brennmaterial zum Verdampfen gebracht werden, je wärmer es in den Kessel gelangt. Es ist daher von hohem Vorteile, einen Teil des Abdampfes zur Vorwärmung des Speisewassers zu benutzen; denn wenn der Abdampf sich niederschlägt, so vermag dessen latente Wärme eine große Quantität von Wasser zu erwärmen.

Der Abdampf wird entweder durch ein besonderes Rohr in den Bottich geleitet, oder er mengt sich schon in dem Rückflußraume der Pumpe mit dem zurückströmenden Wasser. Bei speziellen Vorwärmungskonstruktionen wird das bereits durch das Speiseventil hindurchgedrängte Wasser in einem entweder in der Rauchkammer angebrachten, oder vom Abdampf umringten Rohrsystem erwärmt.

Bei der gewöhnlichen Erwärmung im Bottiche strömt der Abdampf am Boden des Wassergefäßes hinein, dringt durch das Wasser und erwärmt es auf 60°—70°. Zum Speisen wird in diesem Falle die bereits geschilderte oder eine ähnliche Pumpe verwendet, bei welcher

das zurückfließende Wasser in den Bottich gerät, ohne daß es sich unterwegs erwärmt.

Vorteilhafter sind jedoch solche Konstruktionen, bei welchen das Wasser bereits in dem Rückflußrohre der Pumpe sich mit dem Dampf

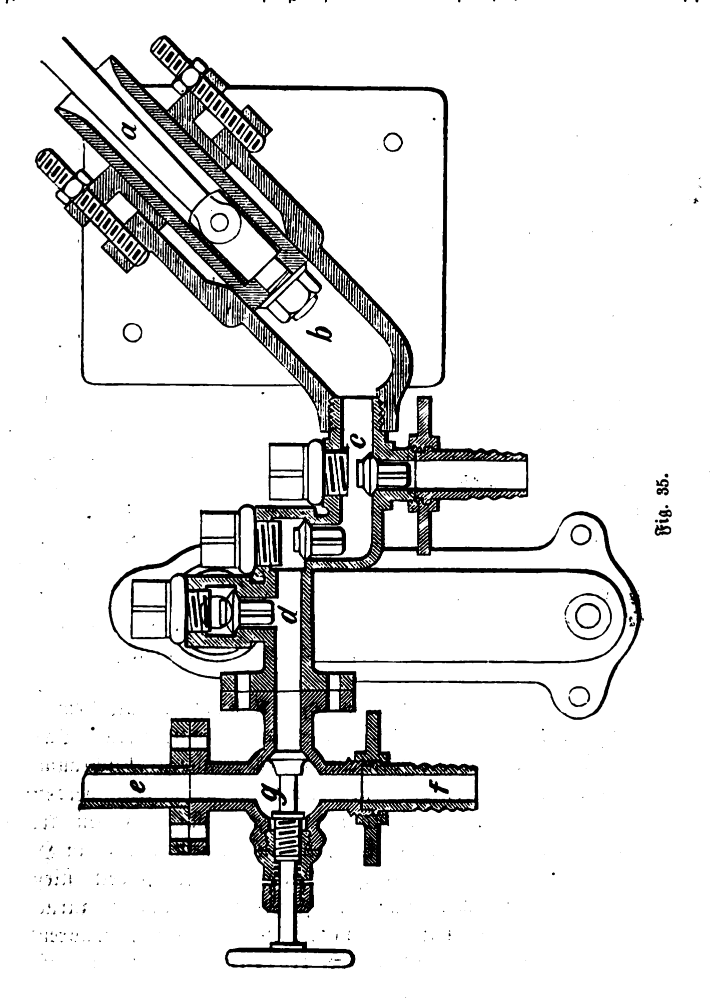


Fig. 35.

vermengen kann; die Berührung ist hier eine viel gründlichere und kann das Speisewasser da auf 70°—90° erwärmt werden; solche Konstruktionen sind:

β) Kolbenpumpen mit Vorrichtungen zur Vorwärmung.

Bei der in Figur 35 in Vertikalschnitte dargestellten sehr einfach konstruierten Pumpe, von Garrett in Buckau-Magdeburg, weichen der Pumpenkolben a und der Pumpencylinder b nicht wesentlich von der vorigen Konstruktion ab, doch ist hier das Ventilgehäuse nicht mehr aus einem Stücke mit dem Pumpencylinder gegossen, sondern es bildet einen Bestandteil für sich und ist in den Boden des Cylinders eingeschraubt. Das Saugventil c und das Druckventil sind nebeneinander angebracht und zwar das Druckventil etwas höher, damit die Luft durchdringen kann. d bildet das Speiseventil, hinter welchem das horizontale Speiserohr in den Kessel führt. Die Ventile haben keine besondern Nester, da das ganze Ventilgehäuse aus Metall gearbeitet ist. Die Verschlußschrauben der Öffnungen des Ventilgehäuses, nach deren Entfernung die Ventile einzeln untersucht werden können, begrenzen den Hub der Ventile.

Am Ende des unterhalb des Speiseventils befindlichen Rohres ist ein Rückflußventil g angebracht, welches durch ein Handrad geschlossen werden kann. Der Röhrenteil f dient zur Aufnahme des Rückflußgummischlauches. In den oberen Raum hinter dem Sperrventil mündet überdies auch noch das Rohr e, welches den zur Vorwärmung erforderlichen Abdampf in den Mischraum g leitet und zumeist mittelst eines besonderen Hahnes verschließbar ist. Das zurückfließende Wasser reißt aus dem Raum g auch die Luft mit sich fort und saugt somit nach Öffnung des Dampfhahnes den Abdampf gierig auf, wodurch es wirksam erwärmt wird. Wenn das Ventil g gänzlich geschlossen ist, so muß auch der Hahn des dampfleitenden Rohres gesperrt werden, damit der heiße Dampf den Gummischlauch nicht abnützt.

* * *

Eine noch engere Berührung des Abdampfes mit dem Wasser erzielen wir bei der in Fig. 36 dargestellten Konstruktion. Das Rückleitungsrohr mündet in die Mittellinie des konischen Mischraumes und ist mittelst eines Ventils, das durch ein Handrad gestellt werden kann, verschließbar. In denselben Raum mündet auch das den Abdampf leitende Rohr, dessen Öffnung gleichfalls mit einem durch ein Handrad stellbaren Ventil verschließbar ist. Während der Arbeit fließt das überflüssige Wasser durch das Rückflußventil beständig zurück; der Rückflußhahn ist also teilweise unausgesetzt geöffnet, während das Vorwärmeventil nur nach Maßgabe des Bedarfs zu öffnen ist. Ist auch der Vorwärmehahn offen, so saugt das zurückfließende Wasser einen großen Teil des Abdampfes in sich auf und erwärmt sich dadurch wesentlich. Diese Konstruktion übertrifft an Wirksamkeit die übrigen bei Lokomobilen angewendeten Konstruktionen, allein die zusammen mit

ihr abgebildete Pumpe ist minder vorteilhaft, da die Luft infolge der gleichen Höhe der Ventile in dem oberen Teile des Ventilgehäuses

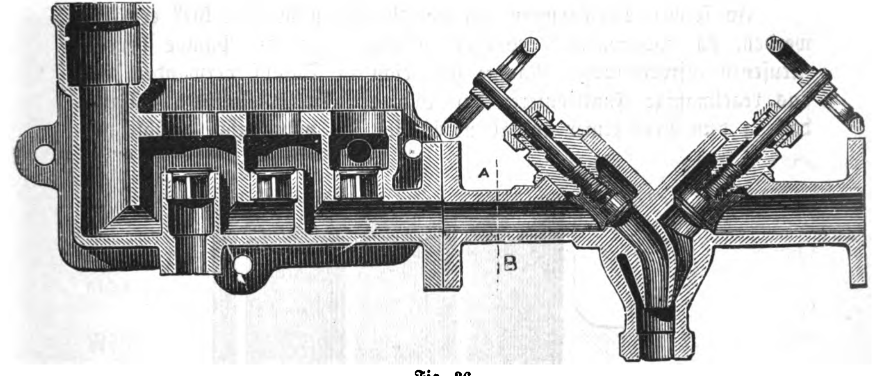


Fig. 36.

sich leicht zusammenpressen kann, welchem Übel der oberhalb des Saugventils angebrachte kleine Lufthahn nicht ganz abzuhelfen vermag.

* * *

Vorwärme-Bottich. Da der Abdampf aus dem Cylinder Ölteilchen mit sich führt, so gelangen dieselben in den Vorwärme-Bottich. Es ist daher darauf zu achten, daß der Saugschlauch die Fettteilchen nicht in den Kessel hinüber bringt, da diese die Berührung zwischen Kesselplatte und Wasser behindern und sonach das Verbrennen der Platten verursachen können. Überdies ätzt die entstandene Fettsäure die Kesselwand aus, auch können die fetten Teile das regelmäßige Funktionieren der Pumpe stören, indem sie das Kleben der Ventile verursachen.

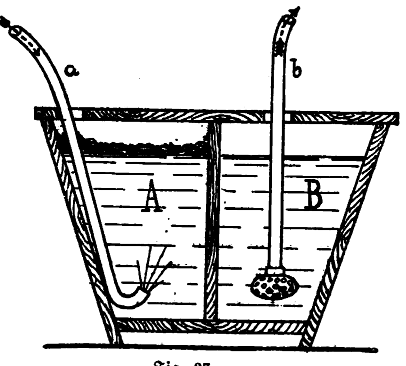


Fig. 37.

Aus diesen Gründen ist es geboten, die Vorrichtung zur Vorerwärmung, wie die Fig. 37 zeigt, in zwei Teile zu sondern. Aus dem Rohre a, welches den Abdampf oder die Mischung von Dampf und Wasser führt, steigen die Ölteilchen auf und verharren in dem Teile A des Bottichs, während

der Saugschlauch aus dem Teile B das Wasser aufsaugt, welches durch die in der Scheidewand angebrachten kleinen Löcher hindurch aus dem Raum A ersetzt wird.

In solchen Vorwärmern soll das Wasser nicht über 90° erwärmt werden, da das wärmere Wasser in dem durch die Pumpe hervorgerufenen luftverdünnten Raume sich leicht in Dampf verwandelt und das regelmäßige Funktionieren der Pumpe dadurch behindert. Damit das in dem Vorwärmer enthaltene Wasser sich nicht rasch abkühlt und

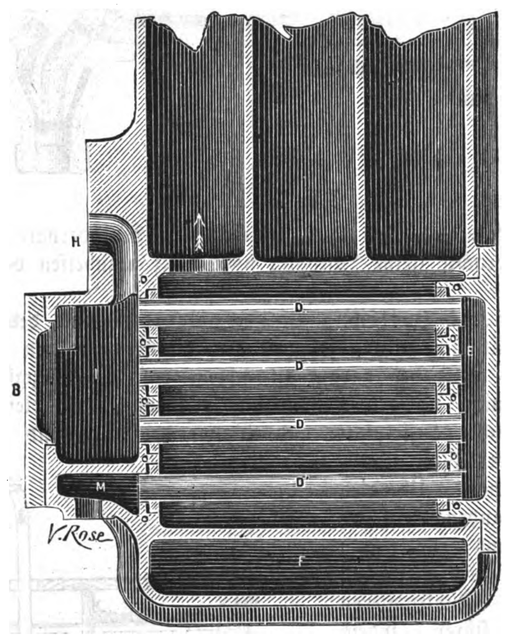


Fig. 38.

keine Unreinlichkeiten in den Bottich gelangen, wird der letztere am zweckmäßigsten mit einem Deckel versehen.

Das Eindringen der Ölteile in den Kessel wird am sichersten vermieden, wenn der Dampf nicht mit dem Speisewasser vermengt wird.

Vorwärmer mit Röhrensystem. Die Figuren 38 und 39 stellen den auf der Lokomobile von H. Lachapelle befindlichen Vorwärmer mit Röhrensystem im Horizontal- und Vertikalschnitte dar. Der Vorwärmer bildet zugleich das Fundament der Dampfmaschine; seine

wesentlichen Bestandteile sind die Röhren D, welche an ihren Enden mittelst Packung in die entsprechenden Deckel eingefügt werden.

Das aufgepumpte Wasser tritt bei H ein, zieht durch die Röhren D, D, D, dann durch das Rohr D^1 in den Raum M und von da in den Kessel.

Der Dampf tritt durch die Öffnung A in den Kasten und erwärmt die Röhren, bevor er am jenseitigen Ende des Kastens in den Schornstein strömt.

Bei dieser Konstruktion findet demnach keine unmittelbare Berührung zwischen Dampf und Wasser statt, das Speisewasser kann mithin keine Ölteilchen aufnehmen und kann sonach mit diesem Vorwärmer das Wasser auch bis 100° vorgewärmt werden, da es auf die Pumpe nicht mehr schädlich einwirken kann.

Auszusetzen wäre an dieser Konstruktion, daß die Reinigung der Röhren etwas schwer vor sich geht und in Winterszeit das im Vor-

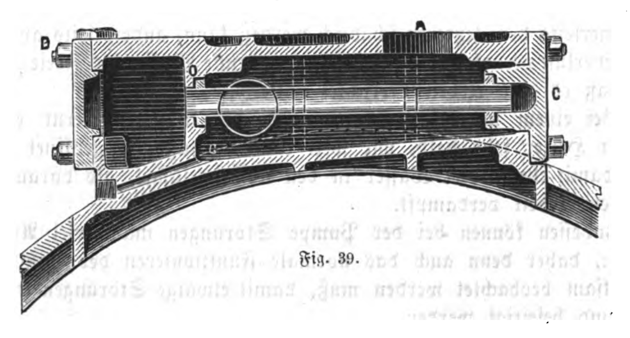


Fig. 39.

wärmer gebliebene Wasser leicht ein Bersten der Gefäße verursachen kann; bei vorsichtiger Behandlung — das Wasser kann aus dem Vorwärmer durch einen kleinen Hahn abgelassen werden — besitzt jedoch diese Konstruktion unleugbare Vorteile.

Es giebt ferner auch Vorwärmer, wie derjenige von **Cambridge und Parham**, bei welchen das Röhrensystem in der Rauchkammer angebracht ist und sowohl der Abdampf wie auch die abziehenden Rauchgase zur Vorwärmung des Wassers benutzt werden. Indessen sind die bisher bestehenden Konstruktionen dieser Art viel zu kompliziert, als daß deren eingehende Besprechung derzeit bereits zeitgemäß wäre.

γ) Bei den Kolbenpumpen vorkommende Betriebsstörungen und Beseitigung derselben.

Es ist bereits erwähnt worden, welche wesentliche Bedingung des gesamten Betriebes es bildet, daß das Speisen des Kessels gleichmäßig

und unausgesetzt erfolgt, denn hiervon hängt zum guten Teile die Sicherheit des Betriebes, die Instandhaltung der Lokomobile und die zweckmäßige Ausnutzung des Brennmaterials ab.

Wenn beispielsweise im Kessel das Wasser allzusehr abgenommen hat, so wird das Kesselwasser durch das rasch hinein zu leitende kalte Wasser abgekühlt, wodurch die Dampfbildung daselbst behindert wird, was wieder eine plötzliche Abnahme der Dampfspannung zur Folge hat. Dies hemmt nicht allein die Arbeit, es verursacht auch einen erheblichen Verlust an Brennmaterial. Ist unglücklicherweise das Wasser so tief gesunken, daß die Heizfläche entblößt daliegt, so darf das Speisen gar nicht mehr fortgesetzt werden, sondern das Feuer muß durch Herausziehen einiger Roststäbe unverweilt in den Aschenkasten geworfen und der Kessel allmählich abgekühlt werden.

Ist in den Kessel zu viel Wasser gepumpt worden, so nimmt die Dampfspannung gleichfalls ab und ihre Steigerung kostet zu viel Brennmaterial, zudem reißt der Dampf viel Wasser in den Dampfcylinder, was einerseits dem letzteren schädlich werden kann, andererseits aber einen Wärmeverlust verursacht, indem dieses erwärmte Wasser ins Freie gelangt, ohne daß es eine Arbeit verrichtet hätte.

Bei einem normalen Funktionieren der Pumpe erlernt ein gewandter Heizer sehr bald, wie weit der Rückflußhahn geöffnet werden muß, damit ebenso viel Wasser in den Kessel gelange, als daraus während der Arbeit verdampft.

Indessen können bei der Pumpe Störungen mancherlei Art vorkommen, daher denn auch das normale Funktionieren der Pumpe sehr aufmerksam beobachtet werden muß, damit etwaige Störungen rasch erkannt und beseitigt werden.

Das normale Funktionieren der Pumpe spiegelt sich am auffälligsten in dem gleichmäßigen Wasserstand ab, in welchem Falle durch das Rückflußrohr ein hinreichender und beständiger Wasserstrahl sich ergießt. Ein Zeichen des normalen Funktionierens ist ferner, wenn nach Eröffnung des Lufthahnes das Wasser durch denselben rasch hervordringt; überdies weist auch das regelmäßige Pulsieren auf eine normale Arbeit hin.

Die Störungen können hervorgerufen werden durch die im Ventilgehäuse sich ansammelnde Luft, durch Verstopfung einzelner Teile, ferner durch Erwärmung, oder Abnutzung derselben.

Die Luft kann auf verschiedenen Wegen in die Pumpe gelangen, so auch indem die Stopfbüchse um den Pumpenkolben Luft durchläßt. Wir erkennen dies an dem Durchsickern des Wassers und an dem Zischen der Luft. Am untrüglichsten überzeugt uns jedoch eine Kerzenflamme, welche vor eine schlechtschließende Stopfbüchse gehalten, durch die ein-

gesogene Luft in die Bewegungs-Richtung des Kolbens gezogen wird. In diesem Falle sind die Schrauben der Stopfbüchse anzuziehen, oder muß, falls dies nichts nützt, eine neue Packung eingefügt werden.

Bei Pumpen, bei welchen das Ventilgehäuse nicht aus einem Stücke mit dem Pumpencylinder gegossen ist, kann es vorkommen, daß die Verbindung nicht gut schließt; von dem Einströmen der Luft können wir uns auf die vorherbeschriebene Weise überzeugen.

Es ist ferner möglich, daß die Luft durch einen etwaigen Riß im Pumpencylinder, oder wenn der Guß ein schlechter ist, durch dessen Poren eingesogen wird. Haben wir die schadhafte Stelle entdeckt, so wird dieselbe getrocknet, erwärmt und mit Bleioxyd oder Eisenstaubkitt, oder einem Gemisch von Teer und Ziegelstaub verstopft und mit Hanf verbunden. Dies kann jedoch nur als ein provisorisches Schutzmittel betrachtet werden und ist während der Arbeitspause durch Verlötung zu ersetzen. Bei größeren Sprüngen sind dem Riß entlang kleine Schrauben mit feinem Gewinde zu schrauben derart, daß dieselben in einander greifen. Schließlich kann auch durch die Verbindung zwischen dem Saugrohr und dem Ventilgehäuse die Luft durchdringen oder es können sich auf dem Saugrohre Sprünge zeigen. Die Risse des Gummischlauches sind gleichfalls mit Kitt zu verschmieren und mit Hanf oder Fetzen zu verbinden.

Die Verstopfung kann verursacht werden, indem zwischen die Ventile und deren Nester Schlamm oder eventuell auch feste Bestandteile gelangen, welche den ordentlichen Schluß des Ventils verhindern, oder indem fette Teile in das Ventilgehäuse dringen und sich daselbst ablagern, wodurch das Ankleben des Ventils verursacht wird. Wenn wir ein unregelmäßiges Pulsieren des Ventils hören, oder mit der Hand fühlen, so sind das Saug- und das Druckventil herauszunehmen und zu reinigen. Sollte sich auf dem Speiseventil eine Störung zeigen, auf welche wir schließen können, wenn während der Arbeitsrast an dem Rückflußrohr eine Durchsickerung wahrgenommen wurde, so kann das Speiseventil auch bei Dampf enthaltendem Kessel untersucht werden, wenn zwischen dem Speiseventil und dem Kessel sich noch ein Absperrhahn befindet; im entgegengesetzten Falle ist der Dampf aus dem Kessel abzulassen.

Es kann noch vorkommen, daß das Saugrohr, beziehungsweise dessen Sieb sich verstopft; dies zu vermeiden ist es geboten, den Wasserbottich mittelst eines Deckels abzusperren, wie wir dies schon empfohlen haben. Auch ist es geraten, das Saugrohr nicht ganz bis an den Boden des Bottichs zu senken, von wo es ja allerlei Schmutz mit aufsaugen kann.

Es kann ferner sich auch das Speiserohr verstopfen, da der meiste Schlamm sich am Ende desselben ablagert. In diesem Falle ist das Speiserohr mittelst Drahtes gut zu durchstöchern; während der Arbeitsrast aber ist es zweckmäßig das Innere des Kessels um die Öffnung des Speiserohres herum gründlich zu reinigen.

Auch die Erwärmung einzelner Teile kann Arbeitsstörungen bewirken. So wenn das Wasser übermäßig vorgewärmt wird, noch mehr aber, wenn das Speiseventil schlecht schließt und das Kesselwasser in das Ventilgehäuse gelangen kann; im letzteren Falle dehnen sich die Ventile infolge der hochgradigen Erwärmung aus und die Führungsrippen klemmen sich in dem Ventilgehäuse.

Das übermäßig vorgewärmte Wasser kann auch dadurch Störungen herbeiführen, daß es in der verdünnten Luft des Ventilgehäuses verdampft und auf das Saugventil einen größeren Druck ausübt.

Die Erwärmung der Pumpe können wir durch Betasten wahrnehmen und es ist alsdann das einfachste, dieselbe durch einen in kaltes Wasser getauchten Fetzen abzukühlen.

Durch Abnutzung werden gleichfalls Störungen verursacht; die aufliegende Fläche des Ventils, oder das Ventilgehäuse nützen sich in solchen Fällen ungleichmäßig ab. Die abgenützten Ventile können wir mit einer Mischung von Öl und feinem Schmiergelstaub aufs neue aufschleifen, allenfalls auch die allzu abgenutzten Ventilgehäuse durch neue ersetzen.

Auch die Führungsrippe kann sich unten krumm wetzen, oder das Stoßkissen durch wiederholtes Aufrichten des Ventils derart kurz werden, daß das Ventil allzu sehr in die Höhe gehoben wird und nicht regelmäßig auf seinen Platz zurückfällt. In diesem Falle kann das Stoßkißen durch eine kleine Schraube, oder durch eine kleine Metallhülse verlängert werden. Am zweckmäßigsten freilich werden derart abgenützte Ventile durch neue ersetzt.

δ) Dampfstrahlpumpen (Injektoren).

Die den Anforderungen der Praxis am besten entsprechenden Dampfstrahlpumpen sind die folgenden:

1. Die Dampfstrahlpumpe von Schäffer und Budenberg, welche in Fig. 40 abgebildet ist.

Der aus dem Dampfraume des Kessels geleitete Dampf strömt nach Öffnung des Hahnes D in das Pumpengehäuse und dringt durch die ⊢förmige Bohrung der durch das Handrad A stellbaren Regulierspindel in das vor derselben liegende kegelförmige Rohr. Hierbei reißt er aus dem oberhalb des Saugrohres W befindlichen Raum die Luft mit sich fort, vermengt sich mit dem durch die Außenluft in den

luftverdünnten Raum emporgedrückten Wasser und kondensiert sich daselbst. Infolge der Kondensierung entsteht abermals ein luftverdünnter Raum und so wird das Wasser beständig aufgesogen; das kondensierte Wasser strömt durch die in der Mitte des doppelten konischen Rohres befindliche Öffnung in den darunter angebrachten Überlaufstutzen L und im Wege des letztern in den Wasserbottich zurück. Indem wir aber das Handrad der Regulierspindel nach links drehen, dringt auch zwischen der Spindel und dem Kegel Dampf durch, welcher bereits genügende Kraft besitzen wird, um das kondensierte Wasser in Form eines beständigen Strahles durch die ganze Länge des doppelten

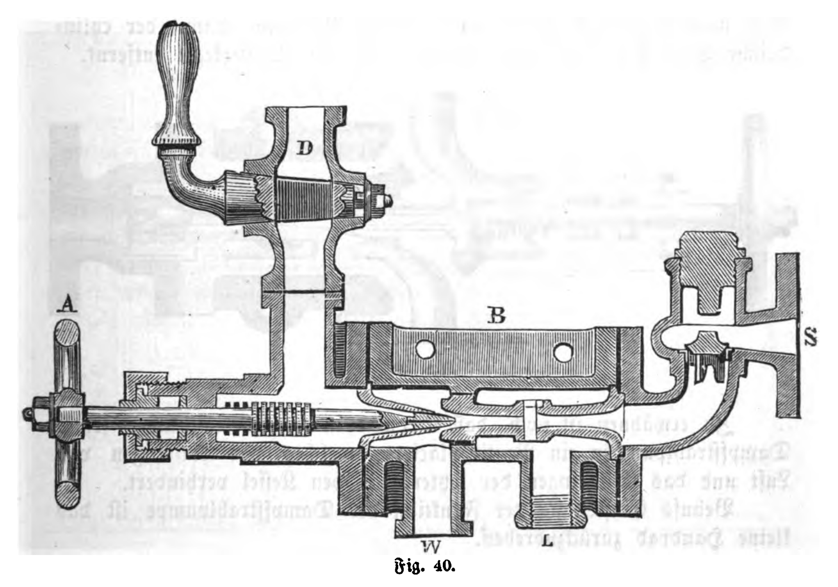


Fig. 40.

konischen Rohres und durch das Speiseventil S in den Kessel hineinzubringen. Das Handrad ist daher beim Speisen des Kessels so lange nach links zu drehen, bis kein Wasser mehr aus dem Überlaufstutzen herausquillt.

Behufs Einstellung der Funktion des Injektors ist der Dampfhahn abzusperren und die Regulierspindel auf ihren Platz zu drücken.

2. Von der dargestellten Konstruktion weicht wesentlich ab die Dampfstrahlpumpe von Strube (s. Fig. 41). Bei dieser Konstruktion ist anstatt des Sperrkegels in dem cylindrischen Dampfkegel ein kleines Rohr angebracht, welches mit den halbkreisförmigen und durch ein Handrad bewegbaren Sperrkopf dampfdicht verschließbar ist.

Wenn das Handrad nach links gedreht wird, so dringt der eingeführte Dampf anfänglich nur durch das innere enge Rohr hindurch und bewirkt gleichfalls einen luftverdünnten Raum, sodaß durch die Außenluft im Saugrohre Wasser heranfgedrängt wird, welches samt dem kondensierten Dampfe durch den Überlaufstutzen wieder herausfließt. Wird das Rad so lange nach links gedreht bis es das den Kopf umschließende Gehäuse und damit den cylindrischen Dampfkegel mit sich führt, so strömt auch durch die auf dem letzteren befindlichen Löcher Dampf durch und das aufgesogene Wasser wird in den Kessel gedrückt. Diese Dampfstrahlpumpe arbeitet bei größerem oder bei kleinerem Dampfdrucke gleich gut, nur ist bei größerem Drucke das Rad mehr nach links zu drehen, als bei kleinerem, damit der cylindrische Dampfkegel sich um so weiter von dem Wasserkegel entfernt.

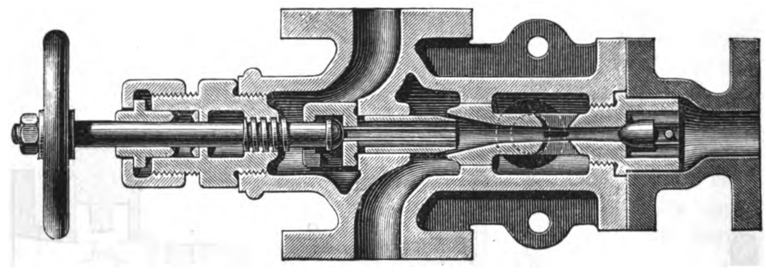


Fig. 41.

Zu erwähnen ist noch, daß Strube in die Überlaufstutzen seiner Dampfstrahlpumpen ein Ventil placiert, welches das Aufsaugen von Luft und das Eindringen der letzteren in den Kessel verhindert.

Behufs Einstellung der Funktion der Dampfstrahlpumpe ist das kleine Handrad zurückzudrehen.

Da der Dampf so viel Wasser aufsaugt, als zu seiner Kondensierung notwendig ist, so folgt hieraus, daß er von wärmerem Speisewasser mehr, als von kälterem aufsaugt; allein bei dem Aufsaugen größerer Wasserquantitäten verliert die Mischung ihren Überdruck, sodaß bei Verwendung von Speisewasser, welches über 30⁰—40⁰ warm ist, schon so viel Wasser zur Kondensierung des Dampfes notwendig wird, daß die Mischung den zur Überwindung des Kesseldruckes nötigen Überdruck verliert und daher das Funktionieren der Pumpe ein unregelmäßiges wird. Darum ist es zweckmäßiger kaltes Wasser pumpen zu lassen, welches in der Dampfstrahlpumpe infolge der Dampf-Kondensierung sich ohnehin erwärmt, ehe es in den Kessel gelangt.

Sollte der Injektor infolge des einströmenden Dampfes sich allzu

sehr erhitzen, so muß derselbe durch in kaltes Wasser getauchte Fetzen gekühlt werden.

Ein großer Nachteil der Dampfstrahlpumpe besteht darin, daß der aus dem erwärmten Speisewasser sich ablagernde Schlamm und Kesselstein sehr bald eine Verstopfung in den engen Kanälen hervorrufen kann; es sind denn auch solche Pumpen trotz ihrer leichten Behandlung nur bei Gebrauch von reinem Speisewasser zu empfehlen.

*
* *

Die Montierung einer Dampfstrahlpumpe von **Schäffer und Budenberg** auf einer Lokomobile zeigt Fig. 42. Dieselbe wird mit-

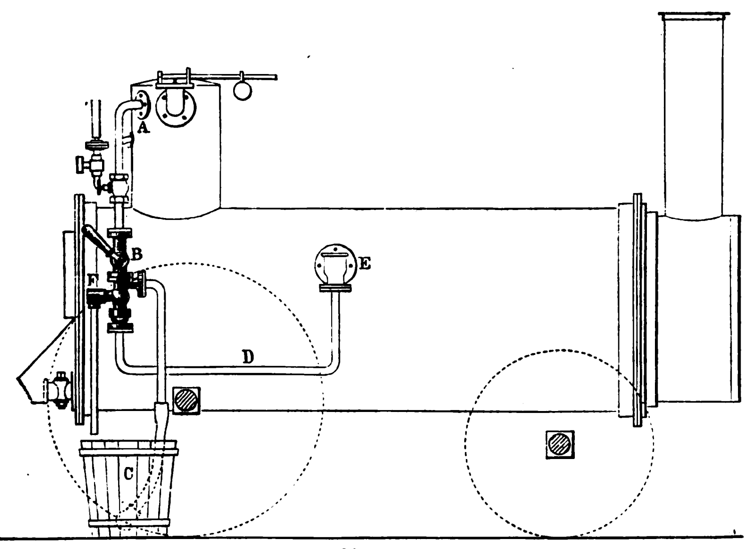


Fig. 42.

telst Schrauben auf die Seitenwand der Feuerbüchse befestigt; damit sie sich jedoch nicht allzusehr erwärmt, wird zwischen ihr und dem Kessel ein Stück Hartholz angebracht. Der frische Dampf wird bei A dem Dampfraume des Kessels entnommen und tritt nach Öffnung des Hahnes B in den Injektor; der Saugschlauch C saugt aus dem neben die Lokomobile gestellten Bottich frisches Wasser und das Druckrohr D leitet das gewärmte Wasser durch das Speiseventil E in den Kessel.

Bei der Montierung der Dampfstrahlpumpe ist darauf zu achten, daß die sämtlichen Röhrenleitungen in weitem Bogen gekrümmt sind und daß deren innere Lichte nicht enger ist als diejenige der auf dem Injektor befindlichen Öffnungen.

Auch bei den Dampfstrahlpumpen ist auf die luftdichte Verbindung der einzelnen Bestandteile ebenso großes Gewicht zu legen, wie bei den Kolbenpumpen.

* * *

Behufs Kontrolle der regelmäßigen Speisung des Kessels ist die einfachste und die bequemste Methode die beständige Beobachtung des Wasserstandes; dieser Bestimmung dienen das Wasserstandsglas und die Probierhähne.

Im Sinne der einschlägigen Verordnungen muß in Deutschland jede Lokomobile ein Wasserstandsglas und zumindest zwei Probierhähne besitzen.

c) Das Wasserstandsglas

besteht, wie Fig. 43 und 44 zeigen, aus einem an beiden Enden offenen Glasrohr, dessen oberes Ende mit dem Dampfraum, das untere Ende aber mit dem Wasserraum kommuniziert. Die Kommunikation bewirken Hähne, welche behufs Aufnahme des Glasrohres eine besondere Hülse besitzen; in die untere ist in einer Linie mit dem Glasrohre auch ein Ausblashahn gefügt. Ist der letztere geschlossen, der Dampfhahn und der Wasserhahn aber geöffnet, so befindet sich das Glasrohr in offener Verbindung mit dem Dampf- und dem Wasserraum des Kessels und so wird im Wasserstandsglase stets ein solcher Wasserstand angezeigt sein, als sich im Kessel thatsächlich befindet.

Um zu beurteilen, ob der Wasserstand die genügende Höhe hat, muß der niedrigste zulässige Wasserstand am Äußeren des Kessels bezeichnet sein; da die Verläßlichkeit dieses Zeichens für der Sicherheit des Kessels von außerordentlicher Wichtigkeit ist, so ist es zweckmäßig, wenn der Maschinist sich von dessen Richtigkeit durch Nachmessung persönliche Überzeugung verschafft, was sehr leicht bewirkt werden kann, wenn man vom oberen Ende der Heizthür die Distanz bis zur höchsten Heizfläche der inneren Feuerbüchse abmißt und diese Länge, plus der Stärke der Platte (ungefähr 15 mm) auf die Stirnseite des Kessels aufträgt.

Das Glasrohr ist mit den Hülsen der Hähne dampf- und wasserdicht zu verbinden; denn wenn oben Dampf entweichen kann, so wird dadurch der Druck im Dampfraume des Glasrohres kleiner, infolgedessen das Wasserstandsglas einen dem thatsächlichen nicht entsprechenden höheren Wasserstand zeigt. Während der Arbeit kann das Glasrohr bersten und daher ist es von Wichtigkeit, dasselbe rasch ersetzen zu können, eine Anforderung, welcher das in Fig. 44 dargestellte Wasserstandsglas gut genug entspricht.

Der Dampf- und der Wasserhahn werden an der Stirnplatte

der Feuerbüchse in Bohrungen, welche an der entsprechenden Stelle des Dampf- und Wasserraumes angebracht sind, eingeschraubt, oder ebenda mit Flantschen mittelst 2—3 Schrauben befestigt. Der untere Ausblashahn wird entweder aus einem Stücke mit dem Wasserhahn hergestellt, oder aber, wie es die Zeichnung zeigt, in dessen untere Hülse eingeschraubt. Zwischen die beiden Hülsen ist ein Glasrohr einzufügen, zu welchem Behufe nur die oberste Schraube herauszunehmen ist. Nachdem wir das Glasrohr durch die oberste Hülse hindurchgesteckt, müssen wir, ehe wir es in die untere Hülse bringen, den zur Dichtung der oberen Hülse dienenden Gummiring, oder das zu gleichem Zwecke bestimmte Hanfgeflecht, die Stopfbüchse und die Schraubenmutter, dann die untere Schraubenmutter, die untere Stopfbüchse und den unteren Gummiring darauf anbringen.

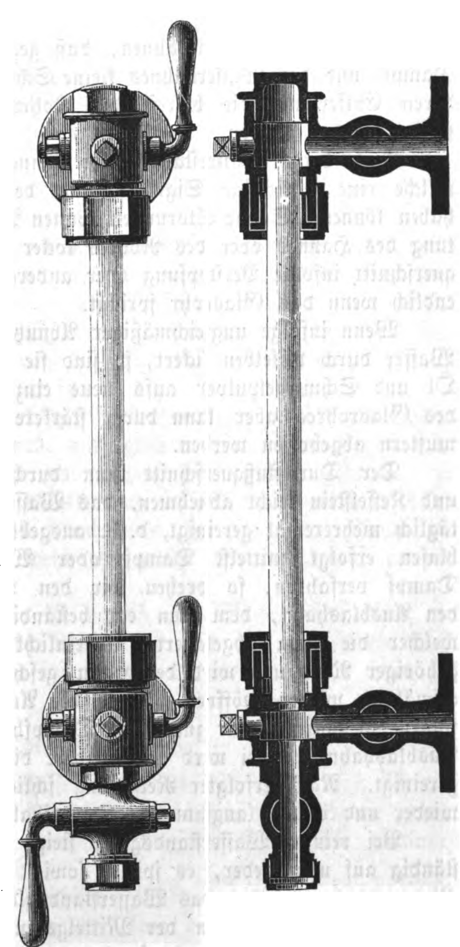


Fig. 43. Fig. 44.

Ist die Höhlung der oberen Hülse groß genug, so braucht man die Sperrschraube gar nicht zu öffnen, sondern es genügt, das Glasrohr nach Versehung mit den Packungen in die obere Hülse hinauf zu schieben und sobald es in einer Linie mit der unteren Hülse steht, in dieselbe hinein zu ziehen.

Durch Anziehung der Schraubenmuttern bewirken die eingelegten Gummiringe oder das Hanfgeflecht zwischen dem Glasrohr und dessen Hülsen einen dampfdichten Verschluß, nur ist darauf zu achten, daß

die Mittellinie der beiden Hülsen genau in eine Linie fällt, das Glasrohr in den Hülsen weder oben noch unten aufliegt und die Packung infolge des Druckes sich nicht staut, weil dadurch der Durchflußquerschnitt des Rohres eingeengt würde, was bei kurzen Gläsern leicht vorkommen kann.

Es ist noch zu erwähnen, daß gegenüber den Bohrungen des Dampf- und des Wasserhahnes kleine Schrauben angebracht sind, nach deren Entfernung die betreffenden Bohrungen mittelst Draht durchstochen werden können.

Auch beim Wasserstandszeiger können Störungen sich ereignen, welche eine unrichtige Signalisierung des Wasserstandes zur Folge haben können. Solche Störungen können Platz greifen, wenn die Dichtung des Hahnes oder des Rohres locker wird, wenn der Durchflußquerschnitt infolge Verstopfung oder anderer Ursachen sich verengt und endlich wenn das Glasrohr springt.

Wenn infolge ungleichmäßiger Abnutzung der Hähne Dampf oder Wasser durch dieselben sickert, so sind sie mittelst einer Mischung von Öl und Schmirgelpulver aufs neue einzupolieren. Dem Leckwerden des Glasrohres aber kann durch stärkere Anziehung der Schraubenmuttern abgeholfen werden.

Der Durchflußquerschnitt kann durch Ablagerung von Schmutz und Kesselstein leicht abnehmen, das Wasserstandsglas hat denn auch täglich mehreremal gereinigt, d. h. ausgeblasen zu werden. Das Ausblasen erfolgt mittelst Dampf oder Wasser. Wird hierbei mit Dampf verfahren, so drehen wir den Wasserhahn ab und öffnen den Ausblashahn, dem nun ein beständiger Dampfstrahl entströmt, welcher die etwa abgelagerten Unreinlichkeiten mit sich reißt. Nach gehöriger Reinigung wird der Hahn geschlossen und der Wasserhahn allmählich wieder geöffnet. Soll die Ausblasung durch Wasser erfolgen, so schließen wir zuerst den Dampfhahn und öffnen sodann den Ausblashahn, hierbei wird insbesondere die Bohrung des Wasserhahns gereinigt. Nach erfolgter Reinigung schließen wir den Ausblashahn wieder und öffnen langsam den Dampfhahn.

Bei reinem Wasserstandsglase steigt das Wasser im Glase beständig auf und nieder, es spielt; sowie der Wasserstand auf einem Niveau verharrt, muß das Wasserstandsglas ausgeblasen werden; verharrt der Wasserstand in der Mittelgegend, so ist der untere Hahn verstopft, während die Verstopfung des oberen Hahnes durch die gänzliche Anfüllung des Rohres mit Wasser angedeutet wird. Nützt das Ausblasen nichts, z. B. wenn feste Bestandteile die Bohrungen einengen, so sind dieselben nach Entfernung der betreffenden Schrauben mittelst Drahtes heraus zu stechen.

Indessen kann der Durchflußquerschnitt auch dadurch verringert werden, daß nach mehrfacher Einpolierung der Hähne die durch dieselben hindurchreichende Öffnung tiefer sinkt und so deren voller Oberteil den oberen Teil der Bohrung bedeckt, daher denn auch die Bohrung der Hähne stets nachgefeilt werden muß.

Schließlich kann es vorkommen, daß das Glasrohr infolge Schadhaftwerdens, schlechter Montierung oder unachtsamer Behandlung zerbricht. Wenn nämlich die obere und die untere Hülse nicht genau in einer Linie liegen, so kann die Anziehung der Dichtungsschraube das Glas schief spannen und das letztere, indem es sich bei der Erwärmung ausdehnt, leicht zerbrechen. Überdies kann auch eine ungeschickte Behandlung, so das jähe Aufdrehen des Wasser- und des Dampfhahnes ein Bersten des Glases verursachen, insbesondere wenn dessen Material auch sonst nicht gut ist, oder wenn das Glas auch sonst nicht richtig vorbereitet wurde. Die Bedingungen einer guten Glasröhre sind, daß sie gleichmäßig, nicht übermäßig dick ist, daß keine Blase und kein Ritzer sich darauf befinden, daß ihre Enden zugeschmelzt sind und sie selbst gut gekühlt ist.

Da wir nicht wissen, ob die Glasröhren gut gekühlt sind, ist es zweckmäßig, dieselben aufs neue auszuglühen. Zu diesem Behufe wird das Glas in Öl gelegt und das letztere zum Sieden gebracht; sodann läßt man das Öl auskühlen und wäscht die abgekühlte Röhre in Lauge ab, wobei man sich jedoch hütet, zur Reinigung Sand oder sonstige Materialien, durch welche sie geritzt werden könnte, zu verwenden.

Springt das Glas, so ist vorerst der Wasserhahn, dann der Dampfhahn zu schließen, das Reserveglas auf die geschilderte Weise einzufügen, hernach vorsichtig mit Dampf vorzuwärmen und dann erst das Wasser einzulassen.

d) Die Probierhähne.

Behufs Kontrolle des Wasserstandglases und damit man sich auch bei etwaigen Störungen in demselben von dem Wasserstande genaue Kenntnis verschaffen kann, werden auf jeder Lokomobile zumindest zwei Probierhähne angebracht.

Der obere dieser Probierhähne wird im Niveau des höchsten Wasserstandes placiert und, da demselben beim Öffnen in der Regel Dampf entströmt, Dampfhahn genannt, während der im Niveau des tiefsten Wasserstandes placierte Hahn Wasserhahn genannt wird. Zwischen diesen beiden Hähnen pflegt man behufs Erkennung des mittleren Wasserstandes auch noch einen dritten Probierhahn anzubringen.

Die beiden gebräuchlichen Formen der Probierhähne stellen wir

in den Figuren 45 und 46 dar. Dieselben sind in der Regel mit einer Schraubenspindel versehen und werden einfach in die Bohrung der Stirnwand eingeschraubt. Seltener werden sie durch Flantschen mit dem Kessel verbunden, wie solches in der Zeichnung mittelst durchbrochener Linien dargestellt ist. Damit der zu den Probierhähnen herausströmende Strahl den Heizer nicht verletzen kann, werden diese Hähne derart gebogen, daß die Richtung der Ausströmung um 20°—30° von der vertikalen abweicht. Wenn die Ausströmungsöffnung sich nicht abwärts krümmt, wie in Fig. 45, so wird an dieselbe ein kleines Rohr befestigt, welches die Ausströmung nach der Seite des Kessels hin lenkt. Bei Hähnen mit gebogener Öffnung ist in die Richtung der Bohrung eine kleine Schraube zn fügen, damit nach deren Entfernung die Bohrung mittelst Drahtes ausgestochert werden kann.

Die Probierhähne sind nicht immer zuverlässig, da das Wasser im Kessel in so lebhafter Bewegung begriffen sein kann, daß auch aus Bohrungen, die bereits im Dampfraume liegen, Wasser rinnen kann.

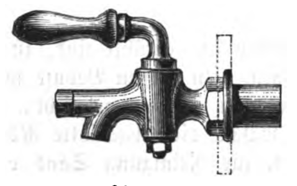


Fig. 45.

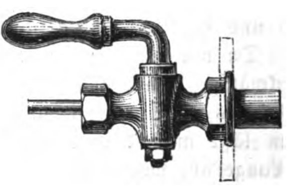


Fig. 46.

Überdies verwandelt sich insbesondere bei Kesseln mit großem Drucke der herausströmende Wasserstrahl in der Luft in Dampf, und es kann daher nur ein gewandter Maschinist oder Heizer je nach der lichteren oder dunkleren Farbe des herausströmenden Strahles, ferner danach, ob der Dampf heiß ist oder nicht, endlich auch nach dem Gehöre beurteilen, ob Dampf oder Wasser herausströmt? Wird übrigens vor den herausströmenden Strahl eine Schaufel gehalten, so kann selbst ein minder erfahrener Heizer aus der Menge des sich niederschlagenden Wassers die entsprechenden Folgerungen ableiten.

Der Probierhähne bedürfen wir insbesondere in dem Falle, wenn im Wasserstandsglase sich Störungen ereignen.

Bleibt in dem Wasserstandsglase das Wasser aus, so ist der untere Probierhahn zu öffnen; wenn durch diesen Wasser herausströmt, so ist der Übelstand kein bedeutender, da bloß der untere Hahn des Wasserstandsglases verstopft ist. Entweicht jedoch Dampf dem unteren Probierhahne, so ist der Kessel in Gefahr, da dann das Wasserniveau unter den tiefsten Stand hinabgesunken ist; in diesem Falle ist nach

Herausziehung einiger Roststäbe das Feuer sofort in den Aschenkasten zu stoßen.

Wenn sich das Wasserstandsglas ganz mit Wasser füllt, so ist der obere Probierhahn zu öffnen; entströmt demselben Dampf, so ist bloß der Dampfhahn des Wasserstandsglases verstopft; während der Kessel, wenn Wasser daraus rinnt, zu viel Wasser enthält. Es ist alsdann das Pumpen einzustellen, bis das überflüssige Wasser verdampft.

Wiewohl die Probierhähne nur als Reserve-Wasserstandszeiger figurieren, so sind dieselben auch bei gutem Wasserstandsglase täglich mehrmals zu öffnen, da sie sich sonst verstopfen und uns in Fällen, wo wir ihrer am dringendsten bedürfen würden, im Stich lassen könnten.

Wenn die Hähne infolge ungleichmäßiger Abnützung schwitzen, so müssen sie aufs neue eingeschliffen werden; in diesem Falle ist die durch den Hahn hindurchreichende Öffnung oben nachzufeilen, damit der Querschnitt der Durchflußbohrung nicht verringert wird.

3. Vorrichtungen zur Regulierung und Beobachtung des Dampfdruckes.

a) Die Sicherheitsventile.

Jeder Kessel kann selbst bei guter Behandlung und vorzüglicher Instandhaltung nur mit einem gewissen, durch die behördliche Kesselprüfung festgestellten, Dampfdrucke benutzt werden. Ein größerer Druck gefährdet möglicherweise den Kesselbetrieb, daher auch bei jeder Lokomobile mindestens zwei Sicherheitsventile zu verwenden sind, welche den überflüssigen Dampf entweichen lassen.

Das Sicherheitsventil besteht aus einem möglichst hoch anzubringenden Tellerventil, welches von außen derart zu belasten ist, daß der darauf geübte äußere Druck genau so groß sei, wie der durch die erlaubte Dampfspannung darauf geübte innere Druck. Ist der Druck größer, als der für die Lokomobile erlaubte, so hebt der Dampf das Ventil und entströmt so lange ins Freie, bis der Dampfdruck in dem Maße abgenommen hat, daß die äußere Belastung das Ventil wieder auf seinen Sitz zurückdrückt.

Die übliche Form der Sicherheitsventile wird in Fig. 47 teils im Querschnitt, teils in Ansicht dargestellt. Das Ventil liegt mit einem schmalen, flachen Ringe auf der entsprechenden Fläche des Ventilnestes auf. Die genaue Mitte des Ventils wird von dem konischen Dorn des belastenden Hebels gedrückt, welcher Dorn in der Regel mittelst Gelenks auf den Hebel befestigt wird, damit er das Ventil stets in seiner Mitte drückt. Der Hebel kann sich um den Zapfen des im Ventilgehäuse befestigten Trägers bewegen und ist vorn von einer gabelförmigen Führung umfangen, deren oberes Ende gleichfalls ge-

sperrt zu werden pflegt, damit die Führung sich nicht zusammenpressen läßt und dem Hube des Ventils eine Grenze gezogen ist, falls durch irgend eine Ursache der Hebel emporgestoßen werden sollte.

Nebst den flachen Ventilen pflegen auch solche mit Kanten und solche von konischer Form verwendet zu werden. Indessen nutzen die ersteren sich rasch ab und lassen sich nur auf einer Drehbank ausbessern, die konischen Ventile dagegen nehmen rascher Schaden, daher das flache Ventil allgemein empfohlen werden kann.

Es ist von großer Wichtigkeit, daß die aufliegende Fläche des Ventils möglichst schmal ist; denn, wenn das Ventil und sein Sitz sich auf breiter Fläche berühren, so lassen sie sich schwerer dampfdicht abdrehen und aufrichten; auch ist bei großen Flächen der Widerstand durch Ankleben größer und legen sich die Unreinlichkeiten leichter auf den Ventilsitz, wie auch das Aufliegen kein hinreichend sicheres ist.

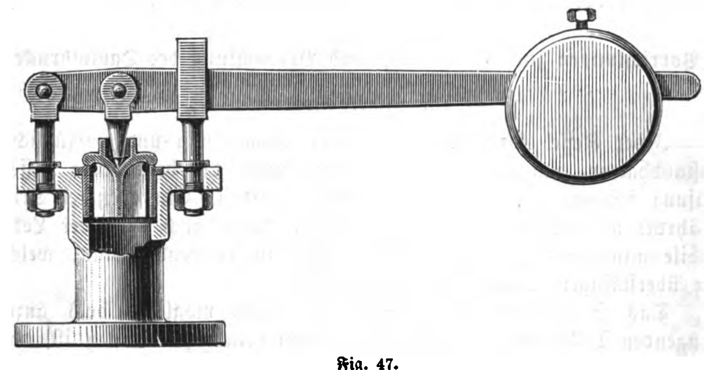


Fig. 47.

Aus diesen Gründen werden konische aufliegende Flächen 3 bis 5 mm, flache aber 1,5—2 mm groß angelegt.

Der Hebel wird mit Gewichten oder durch eine Feder belastet.

Das Gewicht kann, wie in Fig. 47, auf den Hebel geschoben oder auf das angelförmige Ende des Hebels gehängt sein. Ist das Gewicht auf den Hebel geschoben, so wird es mittelst einer kleinen Schraube oder eines durch Gewicht und Hebelarm hindurchreichenden Bolzens gebunden, damit es nicht verschoben oder hinweggestoßen werden kann.

Es ist von hohem Belange für das verläßliche Funktionieren des Sicherheitsventils, daß das Gewicht thatsächlich in jener Lage verharrt, in welche es bei Erprobung der Lokomobile eingestellt wurde. Denn, wird das Gewicht weiter zurückgedrängt, so drückt der Hebel stärker auf das Ventil und dieses wird sich alsdann nur noch bei einem Dampfdruck heben, welcher höher als der erlaubte ist, was für

den Kessel gefährlich werden kann. Gleitet aber das Gewicht vorwärts, näher an das Ventil, so drückt der Hebel das Ventil schwächer auf seinen Sitz; es wird daher auch bei kleinerem Drucke, als der erlaubte, Dampf entströmen, wodurch bedeutende Verluste verursacht werden. Es ist daher streng verboten, die Größe oder die Lage des Gewichtes willkürlich zu verändern.

Bei nicht vollkommen verläßlichen Maschinisten pflegt man das Gewicht auch mittelst eines kleinen Schlosses an seinen Platz zu sperren. Indessen gewährt auch dies nicht hinreichende Sicherheit, da ein gewissenloser Maschinist noch immer neue Gewichte auf den Hebel legen könnte, wenn infolge des großen Druckes oder der nachlässigen Behandlung Dampf entweicht.

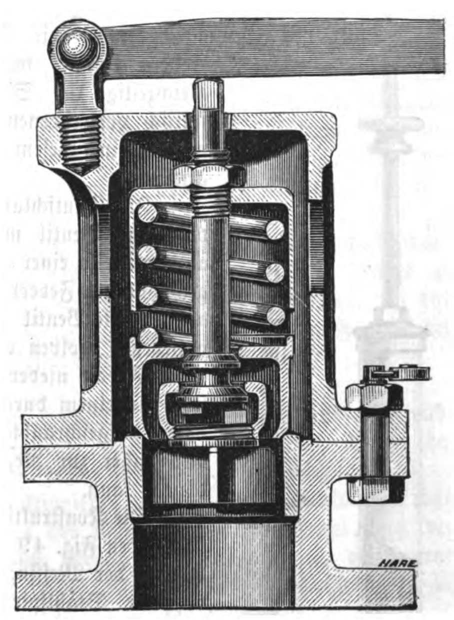


Fig. 48.

Diesen Gefahren will das Sicherheitsventil von Nicholson & Sohn (Trent Iron Works, Newark) begegnen, welches wir in Fig. 48 in Ansicht und Querschnitt darstellen. Das gewöhnliche Kegelventil ist gehöhlt und wird durch einen einwärts gehenden, mit langer Spindel versehenen, zweiten Kegel geschlossen. Nicholson verbindet die beiden Ventile durch eine in der inneren Hülse untergebrachte Spiralfeder, deren Spannkraft dem, auf das große Ventil geübten, inneren Drucke genau entspricht. Die Stange des inneren Ventils reicht durch die äußere Hülse und wird durch den belasteten Hebel niedergedrückt. Wird nun ein noch so geringes Mehrgewicht auf den Hebelarm gelegt, so drückt sich die Spiralfeder zusammen, das innere Ventil senkt sich sonach und seiner Öffnung wird gleichfalls Dampf entströmen, während, wenn der Kesseldruck die erlaubte Grenze überschritten hat, der Dampf das große Ventil heben und durch dessen Öffnung entweichen wird.

*   *   *

Als Nachteil der Belastung mittelst Gewichtes kann erwähnt werden, daß bei einem Transport der Lokomobile das Ventil gerüttelt wird und somit dessen rasche Abnutzung erfolgt; daher pflegt auch beim Transport ein Holzkeil zwischen den Hebel und den Oberteil seiner Führung eingetrieben zu werden, welcher vor Beginn des Betriebes wieder zu entfernen ist. Um sich nicht der Gefahr auszusetzen, daß man die Entfernung des Holzkeiles vergißt, wird es zweckmäßig sein, bei einem Transport den Hebelarm und das Gewicht zu demontieren.

* * *

Statt des Gewichtes können die Sicherheitsventile auch durch Federn belastet werden; solche Ventile können gleichzeitig zur Signalisierung des im Kessel faktisch vorhandenen Druckes benutzt werden und werden in diesem Falle auch Federwagen genannt.

In Deutschland ist es allgemein üblich, das eine Ventil mittelst Gewicht, das andere aber mittelst einer Feder zu belasten. Bei der gewöhnlichen Federbelastung wird über das konisch ausgedrehte Ventil ein mit einer konischen Spitze versehener Kolben aufgesetzt und letzterer mittelst einer Feder niedergedrückt. Kolben und Feder sind mit einem durchbrochenen Gehäuse umgeben, deren aufgeschraubte Kappe auf die Feder drückt und daher zur Regulierung der Ventilbelastung dienen kann.

Die Konstruktion der üblichen Federwagen ist in den Fig. 49 und 50 dargestellt. In das Innere der Messinghülse wird eine einfache oder doppelte Stahlspiralfeder gefügt, welche mit dem unteren Ende an das durch die Hülse hindurchreichende flache Eisenstäbchen, mit dem oberen Ende aber an die Decke der Hülse befestigt ist; auf die letztere wird auch eine lange Schraubenstange befestigt. Das untere Ende des flachen Stäbchens wird mit einem an den Kessel befestigten Zapfen verbunden, die Schraubenstange dagegen reicht durch den Hebel des Sicherheitsventils und wird mittelst Schraubenmutter daran befestigt.

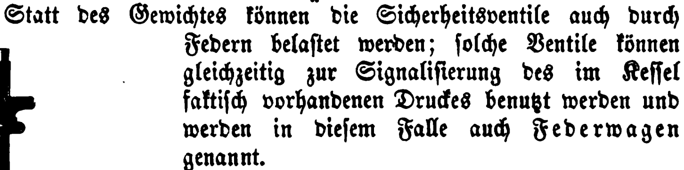


Fig. 49. Fig. 50.

Wenn die Schraubenmutter abwärts gedreht wird, so spannt sich die Spiralfeder und wird das Ventil immer mehr in seinen Sitz ge-

drückt; den Grad der Spannung zeigt die auf das flache Stäbchen oder auf die Hülse gravierte Skala an. So steht es in unserer Macht, das Sicherheitsventil — innerhalb gewisser Grenzen — nach Belieben zu belasten. War die Lokomobile z. B. auf 5 Atmosphären konzessioniert, so drehen wir die Schraubenmutter so lange abwärts, bis der aus der Längenöffnung der Hülse herausragende Zeiger, oder wenn das Stäbchen eingeteilt ist, der untere Rand der Hülse auf demselben auf 5 Atmosphären stehen wird.

Um die erlaubte Grenze nicht überschreiten zu können, empfiehlt es sich, auf den unterhalb des Ventilhebels befindlichen Teil der Schraubenstange eine Hülse zu schieben, welche den Raum zwischen dem Ventilhebel und der Messinghülse begrenzt, sodaß das Ventil nur bis zum erlaubten Drucke belastet werden kann. Damit nach starker Abnutzung der Schraubengewinde der hohe Dampfdruck die Schraubenmutter nicht etwa von der Stange schleudern kann, ist es zweckmäßig, auch den Hub der Schraubenmutter mittelst eines durch die Stange reichenden Bolzens zu begrenzen.

Wollen wir die Vorrichtung als Federwage benutzen, d. h. handelt es sich darum, die Höhe des im Kessel herrschenden Druckes zu erfahren, so wird die Schraubenmutter so lange zurückgedreht, bis das Ventil zu blasen beginnt. Die ausgewiesene Nummer muß mit der vom Manometer gezeigten Nummer übereinstimmen.

* * *

Die Instandhaltung der Sicherheitsventile bildet eine der wichtigsten Aufgaben des Maschinisten, daher er das Ventil ständig beobachten und einen zufälligen Fehler sogleich beheben muß.

Auf ein unrichtiges Funktionieren des Sicherheitsventils kann man schließen, wenn bei demselben der Dampf früher entströmt, als der Druck des Kessels die erlaubte Grenze überschritten hat, oder wenn das Ventil — trotzdem der Druck sich übermäßig gesteigert — sich nicht öffnet.

Die Ursachen dieser Störungen können darin bestehen, daß das Ventil oder der Hebel sich reibt oder eingeklemmt ist, daß der Hebel in seinem Gelenk oder das Ventil an seiner aufliegenden Fläche infolge von Unreinlichkeit, oder infolge von Rost oder Schlamm klebt, das Ventil nicht schließt oder das Ventil durch Abnutzung oder Beschädigung leck geworden ist.

Die Ursache der verschiedenen Reibungen ist zunächst in der unrichtigen Aufstellung der Lokomobile zu suchen. Der das Ventil niederdrückende Dorn steht nämlich schief, wenn das Ventil nicht horizontal liegt, und der Hebel sich nicht in vertikaler Ebene bewegen kann. Bei Ventilen, bei welchen der Hebel sich auf dem emporragenden Zapfen

des Ventils stützt und derselbe nicht halbkreisförmig abgestumpft ist, kann es gleichfalls vorkommen, daß der Hebel nur in der Ecke des letzteren aufliegt. In diesen Fällen wird das Ventil durch die Belastung einseitig in seinen Sitz gedrückt, daher klemmt es sich leicht ein und wird an seiner minder gedrückten Seite schon vor dem erlaubten Drucke Dampf entweichen. Auch kann hierbei infolge des schiefen Druckes der Hebel sich in seiner Führung reiben. Indessen kann auch durch ungeschickte Montierung das Sicherheitsventil in schiefe Stellung gebracht werden; so, wenn die Flantschenverbindung des Ventils ungleich angezogen wurde, oder wenn der Zapfenträger sich abbiegt oder verdreht. Schließlich können sich auch die Führungsrippen des Ventils klemmen. Während des Betriebes kann auf Störungen durch Reibung gefolgert werden, wenn die Dampfausströmung aus einem lecken Ventil durch leichtes Niederdrücken des Hebels sich leicht einstellen läßt.

Dem Ventil entströmt vorzeitig ein Dampfstrahl oder mehrere auch dann, wenn zwischen die aufliegende Fläche des Ventils sich Schlamm oder sonstige Unreinlichkeit gelagert hat; die letzteren können zumeist durch eine geringe Hebung des Hebels ausgeblasen werden. Die Unreinlichkeit legt sich am leichtesten in die durch die aufliegende Fläche des Ventils und die Führungsrippen gebildeten Ecken, daher müssen auch die oberen Enden jener ausgehöhlt werden.

Wenn das Ventil infolge Unreinlichkeit oder Öles anklebt, so vermag der erlaubte Dampfdruck dasselbe nicht langsam zu heben und nur ein stürmisch zunehmender Dampfdruck wird es jäh aufwerfen; der aus der großen Öffnung herausströmende Dampf kann durch seine Rückstöße dem Kessel gefährlich werden.

Es ist daher eine unabweisliche Pflicht der Maschinisten, sich täglich mehrmals davon zu überzeugen, ob das Ventil und der Hebel sich leicht bewegen. Es ist jedoch darauf Rücksicht zu nehmen, daß der Hebel nur sachte gehoben und vorsichtig wieder gesenkt werden muß, damit dem Ventil der Dampf nicht mit großer Kraft entströmt oder etwa der Hebel durch Fallenlassen beschädigt wird.

Zur Reinigung des Hebels und des Ventils darf kein Öl verwendet werden, da letzteres an der Luft dick wird und ein Kleben verursacht. Die aufliegende Fläche des Ventils wird am zweckmäßigsten in der Weise gereinigt, daß wir aus Hartholzbrett ein dem Durchmesser der Rippen des Ventils entsprechendes Loch ausschneiden und die oberen Ränder des Loches der aufliegenden Fläche des Ventils anpassen; sodann wird das Ventil in das Loch gesteckt, unter seine aufliegende Fläche feines Bimsstein- oder Holzkohlenpulver gestreut, das Ventil an die Holzplatte gedrückt, hin- und hergedreht und dadurch zum Glänzen gebracht.

Schließlich können sich auch Störungen ergeben, wenn die aufliegenden Flächen durch Ritzung oder Eindrückung beschädigt oder ungleichmäßig abgenutzt werden. Geritzt könnte das Ventil noch bei der Abdrehung oder später durch unverständige Reinigung werden, während die Eindrückung ein Zeichen zufälliger oder gewaltthätiger Verletzung ist. Solchermaßen beschädigte aufliegende Flächen sind durch Neuaufrichtung zu reparieren, zu welchem Zwecke feines Schmirgelpulver und danach Thon verwendet werden soll. Zu sehr abgenutzte Nester sind durch neue zu ersetzen. Ungleichmäßiger Abnutzung kann vorgebeugt werden, wenn das Ventil während des Betriebes täglich mehrmals ein wenig gedreht wird.

Da die Sicherheitsventile nur das Überschreiten des höchsten erlaubten Druckes anzeigen, so ist die Lokomobile behufs Beobachtung des fortwährenden Druckwechsels auch noch mit einem besonderen Manometer zu versehen.

b) Das Manometer.

Bei Manometern, die bei Lokomobilen verwendet werden, strebt der Dampfdruck dahin, eine flache oder gebogene Feder zu spannen. Die hervorgerufenen kleinen Formveränderungen bewegen durch entsprechende Übersetzung einen Zeiger, welcher auf der mit einer Skala versehenen Platte den im Kessel herrschenden Druck kennzeichnet.

In der Praxis sind insbesondere zwei Systeme verbreitet.

Bei dem Manometer von Schäffer und Budenberg (s. Fig. 51) schließen wir eine stark gewellte Stahlplatte in die linsenförmige Höhlung des Manometers. Der Druck des Dampfes baucht diese elastische Platte mehr oder minder aus. Mit dieser Platte verrückt sich auch eine kleine Stange, welche mittelst eines kurzen Armes einen gezahnten Bogen bewegt, welch letzterer seinerseits mit einem kleinen Zahnrade in Eingriff steht. Auf der Achse des letzteren sitzt der Zeiger, welcher sonach schon bei verhältnismäßig geringen Bewegungen einen großem Ausschlag gibt.

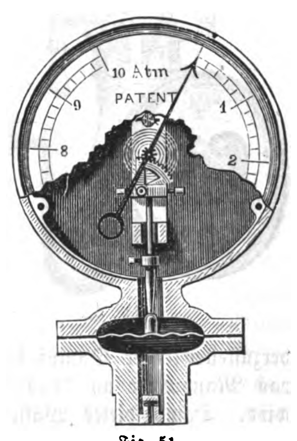


Fig. 51.

Abweichend hiervon ist die Konstruktion des Manometers von Bourdon, bei welchem der Dampf in eine gebogene Metallröhre, oder bei sehr empfindlichen Manometern in eine aus Silber verfertigte

Röhre eintritt, deren Querschnitt er zu erweitern trachtet, wodurch er zugleich den Kurven-Radius der Feder verändert. Bei dieser Konstruktion werden verhältnismäßig größere Formveränderungen erzielt, daher die Übersetzung eine geringere sein kann; demzufolge ist dieses Manometer genauer und nützt sich minder rasch ab; doch ist es andererseits kostspieliger, so daß es in der Regel nur als Kontrollmanometer verwendet wird.

Die Einteilung der Skala erfolgt im Experimentwege und zwar wird mit 0 derjenige Stand des Zeigers bezeichnet, welchen derselbe einnimmt, wenn der im Kessel herrschende Druck gleich demjenigen der äußeren Luft ist, so daß das Manometer lediglich den Überdruck des Dampfes ausweist. Da jedoch das Manometer nach neuerem System den auf einen Quadrat-Centimeter Fläche entfallenden Druck in Kilogrammen*) d. h. die Atmosphären anzeigt, so ist es klar, daß der Zeiger auf 1 steht, wenn der im Kessel herrschende Dampfdruck thatsächlich 2 beträgt, sowie er auch auf 2 steht, wenn der letztere faktisch 3 beträgt u. s. w.

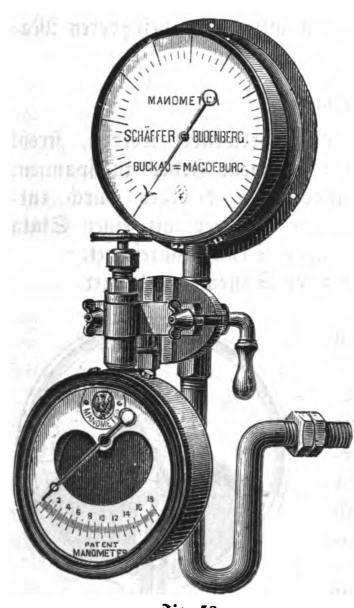


Fig. 52.

Der höchste erlaubte Druck wird auf der Skala in der Regel durch einen auffälligen roten Strich bezeichnet, die ganze Einteilung aber umfaßt ungefähr das Zweifache des erlaubten Druckes.

Da die Einteilung der Skalen unter Wasserdruck erfolgt und die große Wärme des Dampfes die Elastizität der Federn auch sonst beeinträchtigt, die feinen Teile aber ausdehnen würde, so ist das Dampfleitungsrohr des Manometers, wie aus Figur 52 ersichtlich, gebogen herzustellen; der Dampf kühlt und kondensiert sich darin, sodaß in das Manometer nur das Wasser von geringerer Temparatur gedrückt wird. Damit dieses Wasser bei kalter Witterung im gebogenen Rohre

*) Bei Manometern mit englischer Einteilung weist der Zeiger bei jeder Atmosphäre 14,2 engl. Pfunde, bei alter österreichischer Einteilung aber 13,9 österr. Pfunde aus; was die auf einen Quadratzoll entfallende Anzahl von Pfunden und daher nur annähernd die üblichen Atmosphären ergiebt.

nicht gefriert, ist es zweckmäßig, im Unterteile desselben einen kleinen Wasserablaßhahn anzubringen.

Wie aus der Figur ersichtlich, besitzt das Dampfleitungsrohr einen Hahn mit dreifacher Bohrung, mittelst dessen das Rohr vollkommen abgesperrt werden kann, wenn wir das Manometer behufs Reparatur oder Untersuchung abnehmen wollen; oder es kann der Dampf auch zum Kontrollmanometer, welches auf die im Vorderteile des Rohres sichtbare Scheibe befestigt ist, geleitet werden. Der dreifach gebohrte Hahn kann auch so gestellt werden, daß die Feder des Manometers mit der äußeren Luft in Berührung kommt. In diesem Falle, sowie auch bei Absperrung des Dampfes muß bei richtigem Manometer der Zeiger stets auf den Nullpunkt der Skala zurückkehren.

Das Kontrollmanometer kann jedoch bei den meisten Lokomobilen auch an die Stelle der oberen Verschlußschraube des Wasserstandglases befestigt werden.

Funktioniert das Manometer richtig, so muß die Feder infolge des wechselnden Dampfdruckes stets in schwacher Vibrierung begriffen sein, auch muß das Manometer, wenn dem Sicherheitsventile Dampf zu entströmen beginnt, genau den erlaubten Druck zeigen. Da jedoch auch auf dem Sicherheitsventil sich Störungen ereignen können, so ist es zweckmäßig, das richtige Funktionieren des Manometers von Zeit zu Zeit mit dem Kontrollmanometer der behördlichen Organe zu prüfen.

4. Kontroll- und Signalvorrichtungen.

Damit durch gewissenlose, fahrlässige Aufsicht keine Gefahr entstehen kann, werden bei Kesseln auch Kontrollvorrichtungen angebracht, welche das Sinken des Wassers unter das Niveau des Feuerraumes anzeigen.

Zu diesem Zwecke wird bei Lokomobilen entweder ein Metallspund verwendet, welcher aus einem Teil Bismut, 4 Teilen Zink und 4 Teilen Blei besteht oder es wird in die dünne Bohrung einer Messingschraube Blei eingegossen und dieses letztere übernietet. Diese Vorrichtung befindet sich bei Lokomobilen mit Heizröhren in der Regel unmittelbar an dem oberhalb des Rostes befindlichen höchsten Punkte, bei Lokomobilen mit Feuerbüchsen aber an der Decke der Feuerbüchse.

Der Oberteil der Kontrollvorrichtung wird daher vom Wasser gekühlt, während er von unten von der Flamme berührt wird; sowie nun das Wasser im Kessel so tief gesunken ist, daß der höchste Punkt der Heizfläche ohne Wasser bleibt, schmilzt die Kontrollvorrichtung und der Dampf löscht das Feuer. Es ist darauf zu achten, daß die Oberfläche der Kontrollvorrichtung von einer Kesselsteinablagerung frei bleibt,

da sie sonst nicht abgekühlt wird, folglich auch bei normalem Wasserstand schmilzt und den Betrieb stört.

Andere Kontrollvorrichtungen, die den Kessel automatisch speisen, oder bei Abnahme des normalen Wasserstandes ein Signal geben, sind bei Lokomobilen nicht gebräuchlich, und können wir demnach von ihrer Besprechung hier absehen.

Die Dampf- oder Signalpfeife.

Die Dampfpfeife (s. Fig. 53) dient dazu, durch ihren Ton den Beginn und das Einstellen des Betriebes anzuzeigen und so die Arbeiter zur Vorsicht zu ermahnen. Die Dampfpfeife ist, wie die Figur zeigt, entweder mittelst einer Schraubenspindel oder mittelst einer Scheibe über dem Dampfraum der Lokomobile befestigt und kann ihre Öffnung durch einen Hahn abgesperrt werden.

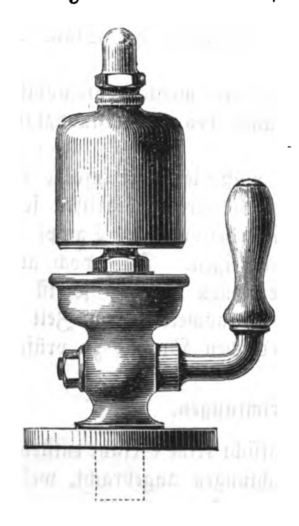


Fig. 53.

Nach Öffnung des Hahnes schlägt der Dampf in einem feinen Strahle an den Rand einer aufgehängten Glocke, bringt die letztere hierdurch in rasches Schwingen und ruft einen schrillen, scharfen Ton hervor.

Der Ton der Pfeife kann durch Höher- oder Niedriger-Stellung der Glocke verändert werden; je tiefer die Glocke gedrückt wird, desto schriller wird ihr Ton; während durch ihre Hebung ein tieferer Ton hervorgerufen werden kann.

5. Vorrichtungen zum Ausblasen und zur Reinigung des Kessels.

Zur Sicherheit des Betriebes muß der Kessel auch noch mit solchen Vorrichtungen versehen werden, welche die leichte Reinigung und die Zugänglichkeit des inneren Kesselraumes ermöglichen.

Zum Zwecke des Ausblasens wird am untersten Teile des Kessels ein Ausblase-Hahn angebracht und ist dessen Verbindung mit dem Kessel, sowie auch der Hahn selbst dampfdicht zu schließen, da das durch einen schadhaften Hahn ausströmende Wasser Wärmeverlust verursacht und die sich bildenden Wasserdämpfe überdies das rasche Verrosten der Kesselbestandteile zur Folge haben können.

Der Hahn ist an geschützter Stelle anzubringen, denn das allfällige Abbrechen desselben könnte eine stürmische Abnahme des Kesselwasserstandes zur Folge haben, wodurch auch eine Kesselexplosion verursacht werden möchte.

Das Mannloch wird in der Regel in der Deckplatte der Feuerbüchse angebracht; damit behufs Kontrolle und Reinigung der inneren Teile des Kessels ein Mann durch dasselbe schlüpfen kann, wird dasselbe elliptisch angelegt und pflegt dieses Loch durchschnittlich 400 mm lang und 300 mm breit zu sein; seine Ränder werden durch einen aufgenieteten Ring versteift. Es empfiehlt sich, an beiden Seiten der Feuerbüchse je ein Mannloch anzubringen, damit die Fugen der Deckbarren der Feuerbüchse von allen Seiten her leicht kontrolliert und bequem gereinigt werden können. Zum Verschluß des Mannloches dient in der Regel ein gußeiserner Deckel (s. Fig. 54—56), welcher im Innern des Kessels über den Rand der Öffnung mit ungefähr

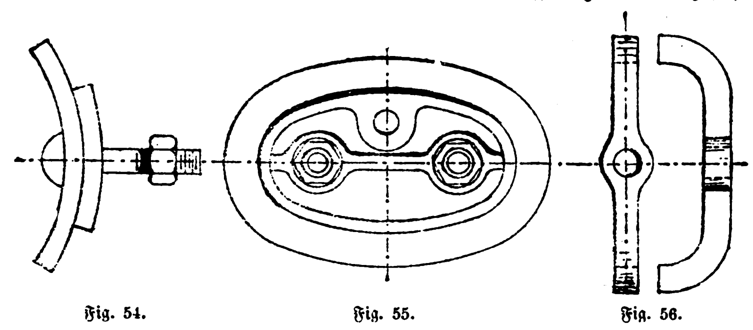


Fig. 54. Fig. 55. Fig. 56.

25 mm hinausragt. Der Verschlußdeckel soll stets im Innern des Kessels auf den Rändern liegen, um durch den Dampfdruck in seinen Sitz gedrückt zu werden. Behufs Erzielung einer vollkommenen Verdichtung ist jedoch zwischen dem Deckel und seinem Sitze noch ein besonderes Dichtungsmaterial zu verwenden, zu welchem Zwecke in Firnis getauchtes Hanfgeflecht, Minium, oder seltener Gummiringe verwendet werden.

Vor Auflage der neuen Verdichtung sind die aufliegenden Flächen gut zu reinigen. Damit die kostspieligen Gummiringe zu wiederholter Dichtung geeignet bleiben, liegen sie unmittelbar nur auf dem Deckel auf, während zwischen ihnen und das Kesselblech ein Papierring einzulegen, oder die Kesselwand sorgfältig mit Graphit einzureiben ist, sodaß der Gummiring nicht an das Blech ankleben kann.

Zum Zwecke des dampfdichten Verschlusses des Deckels sind darin gewöhnlich zwei Schraubenspindeln befestigt, welche durch die sich auf

die Ränder des Mannloches stützenden Bügel (s. Figur 56) hindurchreichen und mit Schraubenmuttern versehen sind. Es ist darauf zu achten, daß die Schrauben gleichmäßig angezogen werden.

* * *

An allen Stellen, wo Kesselstein und Schlamm sich leicht ansammeln und von wo dieselben am leichtesten entfernt werden können, sind kleinere Öffnungen, sogenannte Schlamm- oder Putzlöcher anzubringen. Auch diese werden am besten paarweise einander gegenüber gestellt, was die Reinigung des Kessels wesentlich erleichtert.

Die Schlammlöcher sind entweder kreisförmig, in welchem Falle sie durch einfache Messingschrauben geschlossen werden, oder sie sind elliptisch und ist in diesem Falle ihre Verdichtung und ihr Verschluß identisch mit denjenigen der Mannlöcher, nur daß für sie ein Bügel und eine Verschlußschraube hinreichend sind.

E. Die allgemeine Behandlung des Kessels.

Nachdem wir im bisherigen die Konstruktion der Bestandteile des Lokomobilkessels kennen gelernt, werden wir uns nunmehr eingehend mit jenen Grundsätzen beschäftigen, auf welchen die richtige Benutzung des Kessels beruht; denn nur die entsprechende Vertrautheit mit diesen Grundsätzen wird den Maschinmeister, oder den Heizer dazu befähigen, den Betrieb aus dem Gesichtspunkte der Sparsamkeit wie auch aus jenem der Sicherheit zu kontrollieren und etwaige Störungen auf der Stelle zu beseitigen.

Die allgemeine Behandlung des Kessels erstreckt sich auf die Verbesserung des Speisewassers, auf die Inbetriebsetzung und den ordentlichen Betrieb des Kessels, auf die Instandhaltung des Kessels und endlich auf die Kenntnisse der bei dem Gebrauch des Kessels vorkommenden Gefahren, sowie der Mittel zur Abwendung der letzteren.

1. Das Speisewasser und dessen Verbesserung.

Zur Speisung der Lokomobile wird, den Verhältnissen entsprechend, Speisewasser von verschiedener Zusammensetzung benutzt. Unreines Speisewasser siedet schwerer und giebt zu Rostbildungen, Fettablagerungen, Schlamm- und Kesselsteinabsätzen Veranlassung.

a) Rostbildungen.

Die meisten Rostflecken bilden sich an denjenigen Stellen des Kesselbleches, an denen das Speiserohr einmündet und zwar deshalb, weil hier die Luft länger mit den kälteren Teilen der Kesselwände in Berührung bleibt, daher es anzuraten ist durch gute Vorwärmung den Sauerstoff aus dem Speisewasser auszutreiben. Doch um auch auf den auf Seite 3

besprochenen Siedeverzug des luftfreien Kesselwassers Rücksicht zu nehmen, muß in solchem Falle für die stete Bewegung des Kesselwassers durch häufiges Abblasen und kontinuierliches Speisen gesorgt werden.

Bei der Erörterung der Ursache des Rostens weisen wir auf die nach Versuchen von Hall, Calvert, Kersting u. a. festgestellte Thatsache hin, daß Eisen in luftfreiem Wasser nicht rostet; eine Ausnahme bildet nach Deville das Wasser bei 150° C. Außer dem Sauerstoff sind es hauptsächlich Kohlensäure, Chlorverbindungen und Ammoniak, die die Rostbildung veranlassen. Chlormagnesium greift das Eisen auch bei Abwesenheit von Sauerstoff an, welche schädliche Wirkung nach Fischer Zinkeinlagen — wie früher irrtümlich geglaubt wurde — nicht zu verhüten vermögen. Es ist natürlich, daß auch schwefelwasserstoffhaltiges Speisewasser die Bleche korrodiert. Ebenso sind noch bei der Rostbildung die im Speisewasser enthaltenen Nitrate, Nitrite und das Ammoniak zu berücksichtigen. Interessant ist der Nachweis von C. Haage*) daß die chemische Beschaffenheit des Eisens die Rostbildung nicht beeinflußt.

b) Fettablagerungen.

Da es sich wegen Vermeidung von Rostbildungen, aber hauptsächlich aus ökonomischen Rücksichten vorteilhaft erweist, zum Speisen Kondensationswasser zu verwenden, dieses aber infolge des Schmierens der Dampfcylinder viel Fettteile in den Kessel führt, so bilden sich auf dem Wasserspiegel schwimmende Fettknollen, die sich an der Kesselwand ansetzen und deren Abkühlung hindern, welcher Umstand dann die Bildung von Beulen veranlassen kann.

Außerdem wirkt das fettige Speisewasser zerfressend auf das Kesselblech, wie dies die Versuche von Wartha**) erweisen, nach welchen Ölsäure Eisen unter Wasserstoffentwickelung auflöst. Ferner berichtet Wartha von einem aus 7 mm starkem Eisenblech hergestellten Vorwärmer, welcher durch die Fettsäure der Maschine in kurzer Zeit durchlöchert wurde.

Das Fett kann durch Zusatz von Kalkwasser abgeschieden oder mit Soda verseift werden. Nach Fischer ist es vorteilhaft, das mit etwas Kalkmilch versetzte Wasser aus einem Behälter nach dem Absitzenlassen zu verwenden; natürlich muß man vorsichtig sein, damit weder die oben schwimmende Fettschicht, noch die gefällte Kalkseife in den Kessel kommt; wir empfehlen für diesen Zweck den in Fig. 37 dargestellten einfachen Bottich. Am zweckmäßigsten ist es, zum Schmieren des Cylinders nur reines Mineralöl zu verwenden.

---

*) Zeitschrift der Dampfkesseluntersuch.- und Versich.-Gesellschaft 1879. 30.
**) Dingl. Polyt. Journal 219, 252.



c) Schlamm und Kesselstein.

Unter Schlamm versteht man den weichen Absatz derjenigen Rückstände, die sich nach dem Verdampfen des Wassers am Gefäßboden ansammeln. Bildet sich dagegen im Wasserraum des Kessels eine festhaftende Kruste, so wird dieselbe Kesselstein benannt.

Durch diese Ablagerung fester Teile im Inneren des Kessels wird das Leitungsvermögen der Bleche vermindert, sodaß sich infolge des Kesselsteines ein stets wachsender Verlust an Brennmaterial fühlbar machen wird.

Um die nötige Wärmemenge nun durch die schlecht-leitende verdickte Kesselwand dem Wasser mitzuteilen, muß eine viel größere Temperatur im Feuerraum unterhalten werden, was die rasche Abnutzung der Feuerseite der Bleche zur Folge hat. Die Bleche und die Nietnäte werden auch noch beim Abmeißeln des Kesselsteines stark beschädigt. Das Überhitzen der Bleche kann auch leicht ein Erglühen derselben verursachen, was dann das Verziehen und Ausbauchen der Feuerplatten und Undichtwerden der Nieten verursacht.

Das Erglühen der Bleche kann aber auch eine Kesselexplosion verursachen, weil von denselben leicht größere Kesselsteinkrusten abspringen und das Wasser auf den bloßliegenden erglühten Wänden sich so rasch verdampft, daß die Sicherheitsventile nicht mehr genügen und die jäh steigende Dampfspannung die ohnehin durch Erhitzung geschwächten Kesselbleche auseinanderdrückt.

Noch zu erwähnen wäre, daß das sich immer mehr verschlammende Wasser beim Sieden heftig aufschäumt, so daß der entweichende Dampf feste Teile in den Cylinder, in die Stopfbüchsen und in die Sicherheitsvorrichtungen führt, die dadurch eine rasche Abnutzung und Verstopfung erleiden.

Aus dem Vorhergehenden erhellt zur Genüge, daß es als eine Hauptaufgabe des Dampfkesselbetriebes zu betrachten ist, die Bildung von Schlammablagerungen und Kesselsteinkrusten zu verhindern.

Der Kesselstein bildet sich dadurch, daß beim Kochen des Wassers die in demselben, sowie in der überschüssigen Kohlensäure in gelöstem Zustande gewesenen Bestandteile niederfallen, außerdem aber die im Wasser suspendierten mineralischen und organischen Bestandteile sich ablagern.

Um ein leicht übersehbares Bild der gewöhnlichen Verunreinigung des Speisewassers und der Zusammensetzung des Kesselsteines zu gewinnen, lassen wir in folgender Tabelle einige Analysen von Fischer folgen:

Zusammensetzung von Speisewässern und Kesselsteinen.

Druck im Kessel in Atmosphären	2,5—3	3	3,5	3,5	—	2
Das Kesselspeisewasser enthält im Liter:						
Kalk } Kochabsatz {	225	86	Spur	63	146	Spur
Magnesia } Kochabsatz {	19	3	0	39	0	0
Kalk } Gesamt {	450	147	46	155	244	599
Magnesia } Gesamt {	85	22	9	68	32	81
Schwefelsäure (SO_3)	219	121	40	89	232	306
Chlor	293	59	—	91	9	770
Der Kesselstein enthält:						
Kalk (CaO)	44,38	34,13	36,43	44,32	38,20	40,07
Magnesia (MgO)	0,82	6,69	2,64	4,90	3,02	0,25
Eisenoxyd und Thonerde	2,24	5,28	1,67	2,10	0,52	Spur
Schwefelsäure (SO_3)	28,22	37,04	45,21	18,76	48,41	56,94
Kohlensäure (CO_2)	19,25	6,09	3,66	24,48	3,40	Spur
Kieselsäure	0,47	Spur	0,88	Spur	—	—
Wasser unter 120°	—	—	0,41	—	0,71	1,07
" über 120°	3,68	7,90	3,04	2,31	3,50	0,68
Unlösliches	0,48	2,25	5,65	2,46	1,91	—

Diese Analysen zeigen, daß die Kesselsteinkrusten Gips nur in verschwindendem Maße enthalten und so wird die frühere Anschauung hinfällig, daß der auskrystallisierende Gips der eigentliche Kesselsteinbildner sei und daß kohlensaures Calcium und Magnesium sich als Schlamm absetzen und nur durch den Gips zu festen Krusten zusammengefaßt werden. Es ist mehrfach erwiesen, daß Kohlensaures-Calcium selbst in rasch bewegtem Wasser auch ohne Beisein von Gips feste Krusten bilden kann.

Wir werden hier die verschiedenen gebräuchlichen Mittel nur gruppenweise behandeln und uns nur allgemein über die Brauchbarkeit derselben äußern. Auf die einzelnen, zum größten Teil nur problematischen Wert besitzenden Rezepte können wir uns hier nicht erstrecken, sondern verweisen behufs Studiums derselben auf die ausgezeichneten Werke von Fischer, Schwackhöfer, Bolley, Otto u. a., in welchen „mehr Licht" auf dieselben geworfen wird.

Die Mittel, die zur Verhütung des Kesselsteines dienen, werden entweder im Kessel selbst angewendet, oder aber in besonderen Behältern dem Speisewasser zugesetzt und letzteres also gereinigt in den Kessel geleitet. Ohne Zweifel ist letztere Methode die allein richtige, doch müssen wir uns beim Lokomobilbetrieb, wo der Kessel von Ort zu Ort wandert und die zur Wasserreinigung notwendigen Apparate nicht immer zur Hand sind, im Notfalle begnügen, wenn es uns gelingt, statt Kesselstein nur Schlamm in den Kessel zu bekommen, den wir dann viel leichter bemeistern können, als die fest anhaftende Kessel-

steinkruste. Wir müssen daher auch denjenigen Mitteln unsere Aufmerksamkeit zuwenden, welche im Innern des Kessels verwendet werden.

* * *

α) Die im Kessel zur Anwendung kommenden mechanischen Mittel zur Verhütung des Kesselsteines sind folgende:

1. Diejenigen, deren Wirkungsweise darin bestehen soll, daß dieselben die Adhäsion der ausgeschiedenen Masse an die Kesselwände erschweren. Zu diesem Zwecke wird die innere Kesselwand mit fetten und teerartigen Substanzen eingerieben. Vielfach werden Mischungen von Graphit und geschmolzenem Talg empfohlen; auch der Beisatz von Holzkohlenpulver und auch anderer Substanzen wird mit zahllosen Rezepten empfohlen. Die Wirkung all dieser Mittel ist mit Recht anzuzweifeln, und empfiehlt es sich nicht für einen fraglichen Erfolg den bestimmten Nachteil mit in den Kauf zu nehmen, daß die Fetteilchen mit dem Dampf fortgerissen werden und die schon erwähnten Übelstände verursachen, und daß das Leitungsvermögen der Wände durch den Anstrich von vornherein vermindert wird und dieselben leichter überhitzt werden als ohne Anstrich.

2. Um die Kesselsteinablagerungen aufzunehmen, wendet man vielfach besondere Kesseleinlagen an, welche das Ablagern von festen Krusten auch dadurch behindern, daß sie eine lebhafte Zirkulation des Kesselwassers veranlassen. Diese Einlagen werden gewöhnlich aus Blech in Abständen von 30—40 mm der Form des Langkessels angepaßt und im Innern desselben zusammengesetzt. Bei Feuerrohrkesseln umgibt man auch die Feuerröhre mit einem Blechmantel, welcher oben offen und an der Unterseite gelocht ist, damit im Zwischenraume das Wasser ungehindert zirkulieren kann. Letzterem Zwecke entsprechen auch die vielfach in Abständen von je $^3/_4$—1 m hintereinander angewendeten Zirkulationsröhren, welche gewöhnlich von der tiefsten Stelle des großen Blechmantels aufsteigen.

Solche Einlagen sammeln den Schlamm und die abgesprengten Kesselsteinkrusten und verhüten daher deren Festbrennen an die Kesselwand. Fernerhin erschwert auch die rasche Bewegung des Wassers die Krustenbildung, die sich auch dadurch dünner auf die Feuerplatten lagert, weil der Kesselstein auch die Wände der Einlagen belegt. Letztere müssen daher von Zeit zu Zeit herausgenommen und gereinigt werden. Doch sind alle derartige Einlagen eher für Kessel mit Unterfeuer, als für Lokomobilkessel von Wert.

Eine von der besprochenen abweichende Wirkung wird den in den Kessel eingesetzten Zinktafeln zugeschrieben. Dieselben sollen durch Erzeugung eines elektrischen Stromes die Krustenbildung ver-

hindern, weil angenommen wurde, daß das Zink als positiver, das Eisen aber als negativer Pol wirkt.

Die Wirkung der Zinkeinlagen als Antikesselsteinmittel ist nach den bisherigen Beobachtungen mit Recht anzuzweifeln, nachdem erwiesen wurde, daß Zinktafeln die Ablagerung fester Krusten und das Rosten der Kesselbleche selbst dann nicht verhindern, wenn reines Gipswasser zum Speisen des Kessels verwendet wird.

3. Die folgende Klasse der mechanischen Mittel zur Verhütung fester Inkrustationen besteht aus klein verteilten rauhen Körpern, welche durch die Bewegung des Wassers scheuernd auf die Kesselwände wirken und dadurch einen Ansatz des Kesselsteines verhindern sollen. Zu diesem Zwecke verwendet man am allgemeinsten Eisen-, Kupfer-, Zink- und andere Metallabfälle, zerstoßenes Glas, Kiesel, Porzellanscherben u. s. w. All diese Körper wirken aber nur auf dem Boden des Kessels, nicht aber auch an den Kesselwänden. Durch ihre reibende Wirkung behindern sie wohl anfangs eine Ablagerung fester Teile am Kesselboden, nützen aber diesen stark ab. Bei Schlammbildungen stocken diese rauhen Teile in demselben und veranlassen nun die Bildung großer Knollen. Dasselbe gilt auch von den pulverförmigen Stoffen wie Kohle, Thon und Talk und auch von den Sägespänen, welche alle durch ihre fegende Wirkung die Kesselsteinablagerung behindern sollen. Diese Stoffe sind im Kesselwasser suspendiert gehalten, sie fegen daher auch die Wände, doch haftet ihnen neben der Schlammbildung noch der große Nachteil an, daß sie die Armaturgegenstände verstopfen und mit dem Dampf auch in dem Cylinder mitgerissen werden.

4. Die letzte Klasse der mechanischen Mittel zur Verhütung des Kesselsteines faßt alle jene fein verteilten organischen, vielfach schleimigen Körper zusammen, welche dadurch wirken, daß sie sich zwischen die ausgeschiedenen mineralischen Teilchen lagern und dadurch deren krystallinischen Zusammenhang unmöglich machen. Hierher gehören also die Gerbstoffe, das Stärkemehl und die zuckerhaltigen Substanzen. Gerbstoffe wie Gerberlohe, Lohewasser, Catechu, Galläpfel und Eichenrinde wurden in den mannigfaltigsten Kombinationen schon versucht und wenn dieselben auch — unter Umständen — sich in kalkhaltigem Wasser als Antikesselsteinbildner bewähren, so können sie doch nicht den Ansatz von festem Kesselstein aus gipshaltigem Wasser hindern. Da dieselben die Schlammablagerung vermehren, fernerhin die Armaturgegenstände verunreinigen und verstopfen, das Aufschäumen des Wassers verursachen und dadurch leicht in den Dampfcylinder mitgerissen werden, kann deren Anwendung nicht empfohlen werden.

Die gleichen Bedenken hegen wir gegen die Anwendung von Kartoffel, Kleie, Cichorienwurzel, Glycerin u. s. w. Diese schleimigen Stoffe sammeln sich an engen Stellen des Kessels an, machen das Wasser dickflüssig, verursachen daher dessen starkes Aufschäumen und verunreinigen die Armaturgegenstände und den Cylinder.

In unserer Schlußbetrachtuug über die mechanisch wirkenden Mittel zur Verhütung des Kesselsteines schließen wir uns mit voller Überzeugung dem nachfolgenden Ausspruch von Dr. Fischer an:

„Alle sogenannten Universalkesselsteinmittel sind, abgesehen von den unverhältnismäßigen Preisen derselben, verwerflich oder doch mindestens irrationell, da ihre Anwendung nur nach der Größe der Heizfläche oder der Anzahl der Pferdestärken bemessen werden soll, nicht aber, wie es doch allein vernünftig wäre, nach der Menge und der Beschaffenheit des verdampften Wassers. Trotz aller günstigen Zeugnisse, welche mit großer Vorsicht aufzunehmen sind, ist daher vor Anwendung dieser Mittel entschieden zu warnen.“

β) Chemische Reinigung des Speisewassers **innerhalb** des Kessels.

Die im Kessel zur Anwendung kommenden chemischen Mittel wirken dadurch, daß sie die Kesselsteinbildungen möglichst als unlösliche Pulver ausfällen. Die gebräuchlichsten derartigen Mittel sind:

1. Soda. Das gegen die Bildung von fester Krusten am häufigsten in Kessel gebrachte Mittel ist kohlensaures Natron, welches den im Speisewasser gelöst enthaltenen Gips, (schwefelsaures Calcium) und die sonstigen Calcium- und Magnesiumverbindungen unter gleichzeitiger Bildung der entsprechenden leicht löslichen Natriumsalze fällt.*)

Da ein Überschuß der Soda ein Aufschäumen des Speisewassers und infolge dessen die Verunreinigung der Armaturgegenstände und des Cylinders verursacht, so soll in den Kessel nur so viel Soda eingeführt werden, als gerade hinreicht, um den im Speisewasser gelöst enthaltenen Gips zu fällen.

Das richtigste ist natürlich den Gipsgehalt des Speisewassers quantitativ zu bestimmen, wo dies nicht möglich, kann man sich der von Fresenius angegebenen empirischen Art bedienen:

„Man setzt einem gemessenen Volumen des Wassers Sodalösung von bekanntem Gehalt zu, so lange man glaubt, dadurch Trübung hervorgebracht zu sehen. Nach dem Absetzen des weißen Niederschlages nimmt man von der klaren Flüssigkeit eine Probe, die man mit Kalkwasser versetzt; entsteht dadurch eine starke Trübung, so ist zu viel Soda hinzugesetzt worden, es fehlt aber an letzterer, wenn in der

*) $Ca\,SO_4 + Na_2\,CO_3 = Ca\,CO_3 + Na_2\,SO_4$.

klaren Lösung durch ferneren Sodazusatz eine Trübung erfolgt. Eine höchstens schwache Trübung durch Kalkwasserzusatz und Klarbleiben auf Sodazusatz sind die Merkmale einer richtigen Mischung. Aus den zu diesen Proben gebrauchten Verhältnissen kann leicht der nötige Zusatz von Soda für alles Speisewasser berechnet werden."

Außer reinem kohlensaurem Natron werden häufig Mischungen von Soda und Pottasche und verschiedene Beimengungen von verkohltem Tannenholz oder auch Karbolsäure und Öle empfohlen. Vor all diesen Mischungen kann nur gewarnt werden.

Reines kohlensaures Natron bewährt sich bei gipshaltigem Speisewasser ganz gut, doch bildet dasselbe — wenn im Innern des Kessels angewendet — zu viel Schlamm, welcher leicht festbrennt. Daher ist es anzuraten, wenn thunlich, die Soda in besonderen Gefäßen dem Speisewasser beizumengen und letzteres schon geklärt in den Kessel zu leiten.

2. Chlorbaryum. Die Anwendung des Chlorbaryums ist hauptsächlich da anzuraten, wo das Speisewasser nur schwefelsaures Calcium als Kesselsteinbildner enthält. Schwefelsaures Calcium zersetzt sich mit Chlorbaryum und gibt unlösliches Baryumsulfat und leicht lösliches Calciumchlorid.*)

Auch bei Anwendung von Chlorbaryum ist es anzuraten, die Mischung in einem besonderen Bottich zu vollführen und nur die klare Lösung in den Kessel zu bringen, doch ist es, wenn dies unthunlich, ratsam den Schlamm aus dem Kessel öfters abzublasen, weil sonst das schwefelsaure Baryum mit dem unzersetzt ausgeschiedenen schwefelsauren Calcium fest zusammenbackt.

Bei der Verwendung von Chlorbarium ist noch zu berücksichtigen, daß die Wasserdämpfe salzsäurehaltig werden und dadurch das Rosten des Eisens veranlassen können.

3. Kalk. Die Anwendung von Kalk bei Speisewasser, welches Calciumbikarbonat enthält, mag wohl erfolgreich sein, weil sich einfach kohlensaures Calcium in schwerlöslichen Flocken ausscheidet,**) doch sind die sich ablagernden Schlammmassen durch Abblasen kaum zu bewältigen; dieselben brennen daher fest an die Wände an.

Außer den obengenannten werden noch zahlreiche chemische Reagentien als Antikesselsteinbildner benutzt, aber wir wiederholen, daß alle diese im Kesselinnern angewendeten Mittel nur im Notfalle, das heißt, nur dann anzuwenden sind, wenn der Lokomobilbetrieb die Reinigung außerhalb des Kessels nicht zuläßt. Der allgemeine Übelstand, der all diesen

*) $Ca\,SO_4 + Ba\,Cl_2 = Ba\,SO_4 + Ca\,Cl_2$.
**) $H_2\,Ca\,(CO_3)_2 + Ca\,O_2\,H_2 = 2\,Ca\,CO_3 + 2\,H_2O$.

Mitteln anhaftet, ist der, daß sie die Kesselwände angreifen, die schlammigen Ausscheidungen vermehren und dadurch ein Aufschäumen des Kesselwassers und in dessen Begleitung die Verunreiniguug der Armaturapparate und des Dampfcylinders verursachen.

Als allgemeine Regel kann gelten, daß die chemische Reinigung des Wassers im Innern des Kessels stets mit dem fleißigen Abblasen des entstandenen Schlammes Hand in Hand gehen soll.

Das Ab- oder Ausblasen des Kessels ist auch bei Speisewasser, welches keiner besondern Reinigung unterworfen wird, von großem Vorteil, weil dadurch die Konzentration der Salzlösungen hintangehalten und der größte Teil des Schlammes entfernt wird.

* * *

Die rationellste Methode zur Verhütung der Kesselsteinbildung ist diejenige, bei welcher das Speisewasser gereinigt wird, bevor dasselbe in den Kessel tritt. Dies geschieht entweder durch das Vorwärmen des Speisewassers oder durch chemische Präparierung desselben in besonderen Behältern.

γ) Reinigung des Speisewassers mittelst Vorwärmer.

Wie schon bei Behandlung der Pumpen auf Seite 66—69 hervorgehoben wurde, dienen die Vorwärmer hauptsächlich zu dem Zweck, die Wärme der abgehenden Dämpfe und Verbrennungsgase auszunutzen; doch bezwecken wir auch durch das Vorwärmen, die Kesselsteinbildner des Wassers wie kohlensaures Calcium und Magnesium abzuscheiden, was uns aber nur teilweise gelingt.

Die meist komplizierten und einen besondern Apparat erforderlichen Systeme können bei Lokomobilen nur beschränkte Anwendung finden, weil dieselben dem Grundprinzipe der Lokomobile „transportabel zu sein" nicht entsprechen. Von den gebräuchlichen schon besprochenen Vorwärmern entspricht ganz gut der in Fig. 36 dargestellte Mischhahn, wenn derselbe mit einem Vorwärmer-Bottich wie Fig. 37, kombiniert wird, weil sonst Fettteile des Abdampfes in den Kessel gebracht werden. Noch besser entspricht der Vorwärmer mit Röhrensystem, Fig. 38 u. 39.

δ) Chemische Reinigung des Speisewassers außerhalb des Kessels.

Die chemischen Reagentien zur Reinigung des Speisewassers können nur nach der stattgehabten genauen chemischen Analyse des betreffenden Wassers gewählt werden. Sie verwandeln die im Wasser gelösten Stoffe in unlösliche Verbindungen und tragen auch zur Aussonderung der im Wasser enthaltenen organischen Substanzen bei.

Im allgemeinen können alle chemischen Mittel, welche als Antikesselsteinbildner im Innern des Kessels angewendet wurden, dazu be-

nutzt werden, um in besonderen Bottichen dem Wasser beigemengt zu werden und demnach die Ausfällung der Kesselsteinbildner außerhalb des Kessels zu besorgen.

Außer den besprochenen einzeln zur Verwendung kommenden Reagentien wie Soda, Kalk, Magnesia, ätzende Alkalien, Baryumverbindungen, Chlorwasserstoffsäure u. s. w. hat es sich als vorteilhaft bewiesen, gleichzeitig mehrere Fällungsmittel anzuwenden, welche in besonderen Apparaten zur Verwendung kommen.

1. F. Schulze empfahl zuerst für Wasser, welches neben den Bikarbonaten des Calciums und Magnesiums noch Gips oder andere lösliche Calcium- und Magnesiumverbindungen enthält, die gleichzeitige Anwendung von Kalkmilch und Soda. Die Mischung ist nach F. Fischer am besten auf folgende Weise zu besorgen: Man läßt

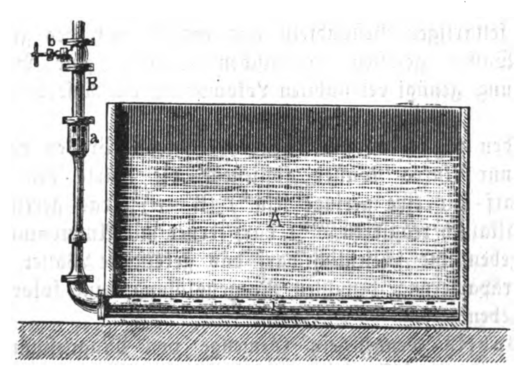


Fig. 57.

zunächst den, je nach Bedürfnis 2—8 m³ fassenden Kasten A (Fig. 57) aus Kesselblech etwa zur Hälfte voll Wasser laufen, welches womöglich durch den Abdampf der Maschine in einem Vorwärmer unter Mitanwendung des Kondensationswassers vorgewärmt ist und fügt die für die ganze Fällung erforderliche Menge gelöschten Kalk und die mit einer einfachen Handwage abgewogene Menge Soda hinzu. Dann öffnet man das Dampfventil b des Körting'schen Gebläses k, damit die bei a angesogene Luft die Flüssigkeit kräftig mischt. Nun läßt man auch das übrige Wasser zulaufen und stellt nach etwa 5 Minuten das Gebläse ab. Die vollständige Klärung des Wassers erfolgt dann innerhalb 10 bis 20 Minuten; war das Wasser nicht vorgewärmt, so sind 30 bis 40 Minuten erforderlich. Die Klärung wird etwas beschleunigt, wenn im Kasten stets ein Teil des Niederschlages von früheren Fällungen zurückbleibt.

2. E. de Haën übt dasselbe Verfahren aus, nur benutzt er statt Soda Chlorbaryum, welches aber kostspieliger ist als die entsprechende Menge Soda. Da das Absitzen des Niederschlages von Baryumsulfat bei gewöhnlicher Temperatur äußerst langsam vor sich geht, so ist es bei Anwendung von Chlorbaryum stets geraten, vorgewärmtes Wasser in das Reservoir zu leiten oder dasselbe, wie oben beschrieben, mittelst Injektors vorzuwärmen. Die Probe geschieht bei diesem Verfahren mit verdünnter Schwefelsäure, welche eine schwache Trübung ergeben muß.

3. Stingl-Bérenger wählen als Reagentien, je nach der Zusammensetzung des zu präparierenden Wassers, Natriumhydroxyd allein oder im Gemenge mit Calciumhydroxyd oder Natriumkarbonat. Sie bewirken durch dieselben das Ausfällen der Calcium-, Magnesium- und Eisen-Salze, der Silikate, der Thonerde und der freien Kieselsäure, ferner der fettartigen Bestandteile und endlich auch des größten Teiles der im Wasser gelösten organischen Stoffe. Zur Bereitung der Reagenslösung genügt bei stabilen Lokomobilen ein Reservoir mit Dekantierrohr.

Bei den täglich vorzunehmenden Kontroll-Proben darf aus dem Apparate nur klares Wasser abfließen; die Härte des präparierten Wassers darf nur eine geringe sein*) (6—8); das gereinigte Wasser darf nicht alkalisch reagieren;**) darf ferner mit Ammoniumoxalat keine Trübung geben und schließlich darf das gereinigte Wasser durch Zusatz der zur Präparierung benutzten Reagenslösung keine sofort eintretende Trübung geben.

3. Bohlig wendet ein Gemenge von Magnesium-Oxyd und Karbonat an und fällt mit demselben den Gips und den doppelt kohlensauren Kalk als kohlensauren Kalk aus. Zum Präparieren kann der in Fig. 57 dargestellte Apparat mit Dampfstrahlgebläse benutzt werden. Doch wird das Wasser ohne Filtration nicht ganz klar und

---

*) Zur Bestimmung des Härtegrades des Wassers gebe man 10 cm^3 des zu prüfenden Wassers in ein eingeteiltes Glas, und tröpfe aus normaler Seifenlösung so viel hinzu, bis sich durch Rütteln kein konstanter Schaum mehr bildet, die Tropfenzahl der aufgebrauchten Normal-Seifenlösung zeigt den Härtegrad des Wassers an, welcher sich zwischen 6—8 bewegen darf.

**) Wenn eine Probe des gereinigten Wassers durch phenolphtalin Papier nicht rot gefärbt wird, ist es nicht alkalisch.

Um den Alkaligehalt des zu reinigenden Wassers zu bestimmen, nehme man wieder 10 cm^3 Wasser in ein eingeteiltes Glas, lege einen phenolphtalin Papierstreifen hinein, und tropfe zu dem nun rot gefärbten Wasser so lange von einer Normal-Salzsäurelösung zu, bis das Wasser wieder farblos wird. Die Tropfenzahl der Normalsalzsäurelösung (gewöhnlich 6—8) zeigt den Alkaligrad des Wassers an.

ist bei diesem Verfahren der Kesselsteinbildung nicht vollkommen vorgebeugt.

* * *

Als Zwischenstufe zwischen den innerhalb und den außerhalb des Kessels zur Anwendung kommenden Verfahren steht dasjenige von Derveaux, bei welchem die Mischung der Reagentien wohl in einem besondern Behälter geschieht, doch die Klärung des Wassers nicht abgewartet zu werden braucht, da ein Apparat den sich bildenden Schlamm kontinuierlich aus dem Kessel schafft.

Als Reagentien werden Soda und Ätznatron oder Soda und Kalkmilch verwendet. Durch die Mischung von Soda und Kalk wird infolge Absorbierung der Kohlensäure aus dem löslichen doppeltkohlensaurem Kalk unlöslicher kohlensaurer Kalk und lösliches kohlensaures Natron (Na_2CO_3), welch letzteres auf den Gips einwirkt und unlöslichen kohlensauren Kalk und lösliches Natriumsulfat bildet.

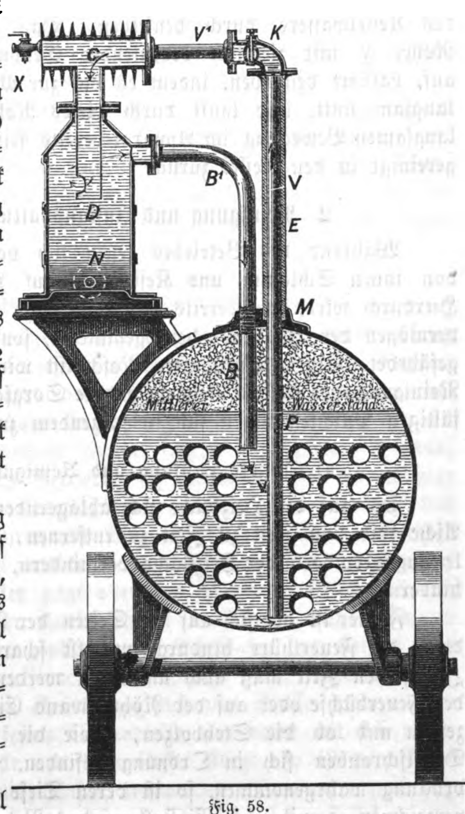


Fig. 58.

Bei der Anwendung der Reagentien muß darauf Bedacht genommen werden, daß das Kesselwasser stets etwas alkalisch bleibt, weil nur so die beim Sieden aus dem gelösten doppeltkohlensaurem Kalk sich entwickelnde Kohlensäure gebunden wird.

Da sich im Kessel gelöstes Natriumsulfat und Chlorid ansammelt, so muß das Kesselwasser von Zeit zu Zeit abgelassen werden.

Der Apparat besteht, wie aus Fig. 58 ersichtlich, wesentlich aus einem mit einem Rippenkopf versehenen Schlammsammler D, welcher

mit dem Kessel durch die heberartig wirkenden Rohre V und R verbunden ist. Das Rohr V besitzt in der Höhe des mittleren Wasserstandes einen Schlitz P und ist über dem Kessel mit einem Umhüllungs-Dampfrohre E umgeben, wodurch eine Wärmeausstrahlung des Rohres V thunlichst vermieden wird. Der Schlitz P im Rohre V hat den Zweck, den auf der Oberfläche des Wassers schwimmenden Schaum abzusaugen.

Die zur Ausscheidung der kesselsteinbildenden Salze erforderlichen Reagentien werden mit dem Speisewasser in den Kessel eingeführt.

Die Wirkung des Apparates beruht auf einer steten Zirkulation des Kesselwassers durch denselben. Das Kesselwasser steigt in dem Rohre V mit ziemlich bedeutender Geschwindigkeit in den Apparat auf, passiert denselben, indem es bis zur Mündung des Rücklaufrohres langsam sinkt, und läuft durch dieses Rohr, nachdem es infolge der langsamen Bewegung im Apparat bereits seinen Schlamm abgesetzt hat, gereinigt in den Kessel zurück.

2. Reinigung und Instandhaltung des Kessels.

Während des Betriebes legen sich von außen Ruß und Asche, von innen Schlamm und Kesselstein auf die Heizfläche des Kessels. Hierdurch wird, wie bereits erwähnt, nicht allein das Wärmeleitungsvermögen der Heizfläche herabgemindert, sondern auch der Kessel selbst gefährdet. Ein gewissenhafter Maschinist wird also auf die regelmäßige Reinigung des Kessels stets besondere Sorgfalt verwenden. Seine diesfälligen Pflichten lassen sich in folgendem zusammenfassen:

a) Äußere Prüfung und Reinigung des Kessels.

Die auf die Heizfläche sich ablagernden Schichten von Ruß und Asche sind von Zeit zu Zeit zu entfernen, da sie teils das Wärmeleitungsvermögen der Heizfläche vermindern, teils aber den Luftzug behindern.

Ferner ist der sich auf die Seiten der Feuerbüchse ablagernde Ruß durch die Feuerthüre hindurch mittelst scharfen Krätzers zu entfernen. Zur selben Zeit muß auch untersucht werden, ob sich auf dem Deckel der Feuerbüchse oder auf der Röhrenwand Eindrückungen oder Sprünge zeigen und ob die Stehbolzen, sowie die durchgreifenden Köpfe der Deckelschrauben sich in Ordnung befinden. Wird eine kleinere Eindrückung wahrgenommen, so ist deren Tiefe genau abzumessen und zu verzeichnen, damit nach Einstellung des Betriebs die Veränderung der gefährdeten Stelle sich genau kontrollieren lassen. Größere Vertiefungen oder schichtige Anschwellungen sind zu reparieren.

Die Feuerröhren von kleinerem Durchmesser sind häufiger zu reinigen, da sie sich rasch mit Ruß und Asche füllen. Zu ihrer Reini-

gung werden in der Regel Drahtrohrbürsten und Krätzer verwendet. Eine rasche und wirksame Art der Reinigung der Heizröhren besteht ferner darin, durch eine, mit einer kleinen Öffnung versehene Dampfleitungsröhre einen Dampfstrahl in dieselben schießen zu lassen; nur ist bei solcher Art der Reinigung vorerst das Feuer zu löschen. Während der Reinigung sind die Feuerröhren daraufhin zu untersuchen, ob sie sich an ihren Dichtungsstellen gelockert haben, was an dem, an die Röhrenwände angebackenen Kesselstein leicht zu erkennen ist. Solche schadhaften Stellen sind durch Neudichtung zu reparieren; häufig nützt schon die Ausweitung der Röhre.

Auch die Rauchkammer und der Schornstein sind zeitweilig auszufegen; Glanzruß ist eventuell mittelst Krätzers zu entfernen.

Bei der gründlichen Reinigung des Rostes und des Aschenkastens ist von den Roststäben die angebrannte Schlacke mittelst Hammers abzuschlagen; etwa gebogene Stäbe sind wieder gerade zu strecken, schadhafte aber durch neue zu ersetzen. Zu prüfen ist ferner auch, ob für die Ausdehnung der Roststäbe Raum genug bleibt und ob die Rostträger sich gelockert haben?

b) Innere Prüfung und Reinigung des Kessels.

Aus unreinem Speisewasser lagern sich infolge der Verdampfung des Wassers fortwährend viele feste Bestandteile ab, welche das Wärmeleitungsvermögen der Heizfläche beeinträchtigen und die Bildung von Kesselstein verursachen. Behufs Entfernung dieses Schlammes ist ein Teil des Kesselwassers mindestens einmal täglich abzulassen, so zwar, daß wir vor Einstellung des Betriebes, in den Kessel eine übermäßige Wassermenge pumpen, den Überfluß aber nach Herabminderung des Dampfdruckes auf das entsprechende Maß ausblasen lassen. Überdies ist die Lokomobile jedesmal ausblasen zu lassen, so oft im Wasserstandsglase sich trübes Wasser zeigt oder das Wasser im Kessel schäumt; nur ist in solchem Falle der Ausblasehahn bloß auf einige Minuten zu öffnen, während bei dem vollständigen Ausblasen des Kessels das Feuer erst vom Roste zu entfernen, der Dampf aber dadurch abzuarbeiten ist, daß wir in den Kessel möglichst viel Wasser pumpen.

Da das Wasser die festen Bestandteile nur dann mit sich reißt, wenn es mit großem Drucke aus dem Kessel stürzt, so ist der Kessel teilweise oder ganz dann auszublasen, wann das Manometer noch $^1/_4$ bis $^1/_2$ Atmosphäre zeigt. Mit größerem Drucke soll der Kessel grundsätzlich nicht ausgeblasen werden, da sonst starke Stöße stattfinden, welche von schädlicher Einwirkung auf den Kessel sein können.

Während des Ausblasens wird behufs Einlassung der Luft das Sicherheitsventil geöffnet. Das herausströmende Wasser reißt den

größten Teil des Schlammes mit sich, die abgelagerten Brocken und der Schlamm in den Fugen sind aber mittelst Hakens auszuscharren und mittelst Spritze auszuwaschen. Je nach der Qualität des Speisewassers ist solche Reinigung zumindest einmal wöchentlich oder in noch kürzeren Zeiträumen zu wiederholen.

Indessen lagert sich auch bei häufigerer Ausblasung noch Kesselstein auf die Platten, welcher samt dem sich in die Ecken legenden Schlamme nur nach Öffnung des Kessels entfernt werden kann.

Im Bedarfsfalle muß man sonach auch in den Kessel hinein schlüpfen, um ihn vom Kesselstein zu reinigen, ihn von innen eingehend zu prüfen, und die etwa notwendigen Reparaturarbeiten zu verrichten.

Zu diesem Zwecke werden nach Ausblasung des Wassers das Mannloch und sämtliche Schlammlöcher geöffnet, der Schlamm herausgescharrt und der Kessel durch Einspritzung von kaltem Wasser ausgewaschen. Mit der Reinigung ist im Dampfraume zu beginnen und wenn wir sofort nach Ablassen des Wassers in den Kessel schlüpfen, so finden wir den Kesselstein derart erweicht, daß er sich mittelst eines gezähnten Krätzers leicht abkratzen läßt. Harter Kesselstein ist mittelst eines schmalen Hammers abzuschlagen, doch ist nur ein schwaches Hämmern zuträglich, damit den Platten keine Scharte aufgeschlagen wird, da solche rauhe Stellen leicht rosten, den Kessel schwächen und das feste Ankleben von Kesselstein befördern.

Von besonderer Wichtigkeit ist die gründliche Reinigung der Röhrenwände, sowie der Seiten der Feuerbüchse; ferner ist auch auf die Reinigung des Deckels der Feuerbüchse große Sorgfalt zu verwenden; so wird der Kesselstein aus den Fugen der Deckbarren herausgekratzt und eventuell mittelst stumpfen Meißels und Hammers abgeschlagen; im Notfalle können die Deckbarren auch demontiert werden.

Sehr viel Kesselstein pflegt sich auch um die in den Kessel hineinragenden Öffnungen der Speiseröhre und der Armaturteile abzulagern; auch von da ist der Kesselstein sorgfältig zu entfernen.

Bei dem Abhämmern des Kesselsteines ist auch darauf zu achten, daß die Nietköpfe und die Nietverbindungen nicht angeschlagen werden, da sie sich sonst leicht lockern; an solchen Stellen darf der Kesselstein nur abgekratzt werden.

Von den Feuerröhren darf der Kesselstein gleichfalls nur gescharrt werden, während die Zwischenräume ausgestochert werden. Hammerschläge sind hier streng zu meiden, da sich sonst die Dichtung der Röhren lockert. Hat sich auf die Röhren bereits eine ungefähr 2 bis 3 mm dicke Schicht harten Kesselsteines gelagert, so sind dieselben herauszuziehen und nach erfolgter Reinigung wieder zurückzulegen.

Da nach dem Vorhergegangenen der Kesselstein nicht überall mittelst Hammers abgeschlagen werden darf und man mit dem Hammer auch sonst nicht zu allen Teilen des Kessels hinzugelangen kann, so ist es zweckmäßig auch chemische Mittel anzuwenden, durch welche der Kesselstein derart erweicht wird, daß er sich alsdann leicht abkratzen läßt.

So wird aus kohlensaurem Kalk bestehender Kesselstein weich gemacht, indem wir dem Speisewasser Salzsäure beimengen. Das Vorhandensein von kohlensaurem Kalk ist zu erkennen, indem wir wenig Salzsäure auf den Kesselstein tropfen lassen und derselbe zu schäumen beginnt. Nach Anwendung von Salzsäure ist der Kessel sofort mit reinem Wasser auszuwaschen, da sonst die Salzsäure die Platten angreift. Minder verfänglich ist das Mittel, 1—2 Tage vor der Reinigung des Kessels in denselben Soda zu legen, wodurch der Kesselstein gleichfalls weich gemacht wird.

Nach Abhämmern und Abscharren des Kesselsteines sind die Flecken mittelst Bürste stark zu scheuern, und sodann mittelst Spritze auszuwaschen.

Nach der Reinigung des Kessels ist derselbe darauf zu prüfen, ob sich Rostflecken oder Ätzungen zeigen; solche pflegen zumeist bei Biegungen, Verbindungen u. s. w. vorzukommen. Kleinere Vertiefungen können durch Minium ausgeglichen werden.

Zu prüfen ist ferner, ob die im Innern des Kessels befindlichen Verbindungen sich in Ordnung befinden und ob die Kesselwand an einzelnen Stellen geschwächt wurde; den letzten Umstand wird ein erfahrener Maschinist durch leichtes Behämmern der Platten mit einem Kupfer- oder Holzhammer an dem Klang-Unterschiede sofort erkennen.

Nach Reinigung des Kessels pflegt man das Innere desselben auch mit Holzteer dünn zu bestreichen, damit dasselbe schwerer rostet. Die Platten sind, solange sie noch warm, zu bestreichen und die Teerschichten darauf noch nachträglich mit einem Fetzen zu zerreiben, damit sie dünner werden.

Sodann werden die Schließdeckel der Öffnungen mit Packung versehen, an ihren Platz befestigt und wird hierauf der Kessel mit frischem Speisewasser gefüllt.

Wenn jedoch der Kessel nach der allgemeinen Reinigung auf lange Zeit nicht in Betrieb genommen werden soll, so ist es zweckmäßig, das Innere desselben ganz austrocknen zu lassen, zu welchem Behufe der leere Kessel wohl verschlossen und auf dem Roste ein schwaches Feuer angelegt wird, bis die Luft im Kessel sich auf 100° C. erwärmt hat, welche Temparatur an einem Thermometer, der zu den Probierhähnen gehalten wird, leicht zu erkennen ist; sodann werden die Ventile und sonstigen Hähne geöffnet und so lange offen gelassen, bis die nasse Luft

sich verflüchtigt hat. Durch mehrfache Wiederholung dieser Prozedur können wir alle Nässe aus dem Kessel treiben. Es ist übrigens auch gebräuchlich, auf den Deckel der Feuerbüchse in eine Blechbüchse Chlorkalcium zu legen, welches auch die allenfalls später einsickernde Nässe aufsaugt und die Lokomobile trocken erhält. Solches Chlorkalcium wird binnen 2—8 Monaten flüssig und ist alsdann durch neues zu ersetzen.

c) Reparaturarbeiten am Kessel.

Bei der Behandlung der Reparaturarbeiten am Kessel haben wir nur auf solche Arbeiten Rücksicht zu nehmen, welche häuslich verrichtet werden können. Als Hauptprinzip gilt diesfalls, daß der Kessel um so leichter vor einer vorzeitigen Abnutzung bewahrt werden kann, je früher wir die noch so geringfügig scheinenden etwaigen Beschädigungen ausbessern.

Zu den am häufigsten vorkommenden Reparaturarbeiten gehören die Verdichtung leck gewordener Teile, die Ausbesserung kleiner Sprünge, die Ersetzung gebrochener Stehbolzen und die Herausziehung. Zurückverlegung und Neuverdichtung der Feuerröhren.

Ein geringfügiges Schwitzen oder Sickern des Kessels läßt sich während des Betriebes schwer erkennen, da die sich bildenden Tropfen sich fast unmittelbar verflüchtigen. Indessen wird nach dem Erlöschen des Feuers eine sorgfältige Prüfung unbedingt auf die schadhaft gewordene Stelle führen. Ist die Feuerbüchse leck, so dient die unter dem Rost befindliche Asche, welche in diesem Falle naß ist, als sicherstes Merkmal.

Nach der inneren Reinigung des Kessels sickern die Nieten und Verbindungsstellen desselben zumeist in geringem Maße, doch schwindet diese Erscheinung alsbald infolge der Ablagerung von Schlamm und der Verrostung der Platten. Im anderen Falle erduldet es keine Verzögerung, das Sickern durch Verdichtung zu beheben, da sonst solche Teile rasch verrosten und unbrauchbar werden.

* * *

Kleinere Sprünge werden in der Weise repariert, daß wir die Stelle des Sprunges ausbohren, in das Bohrloch ein feines Schraubengewinde schneiden und diesem eine Schraube einfügen, deren über die Platte herausragende Teile glatt abgefeilt werden. Solche Schrauben dürfen nicht dicker als 15—20 mm sein. Sollte ein längerer Sprung zu reparieren sein, so wird erst die eine Schraube placiert, für die andere aber das Loch in der Weise gebohrt, daß es auch in die frühere Schraube hineinreicht. Auf solche Art können auch 3 bis 4 Schrauben nebeneinander untergebracht werden. Bei Sprüngen zwischen den Feuerröhren in der Röhrenwand müssen die äußersten Schrau=

ben auch in die Röhrenwand hineinreichen, doch ist nachträglich der in das Rohr hineinragende Teil abzufeilen. Solche Schrauben sind aus demselben Material anzufertigen, aus welchem die Kesselplatte gefertigt ist, um zu verhindern, daß die ungleichen Materialien sich während der Erwärmung in ungleichem Maße ausdehnen.

Größere Sprünge und schichtige Blasen können nur durch Flicken repariert werden. Der Fleck wird am zweckmäßigsten immer von innen aufgelegt, damit er vom Dampf stets an die Platte gedrückt wird.

Häuslich dürfen nur kleinere Flickarbeiten verrichtet werden, während größere dem Kesselschmied zu überantworten sind.

Bei Auflegung kleinerer Flecke ist aus dem Kessel ein der Größe des Fleckes entsprechender Teil auszuschneiden und darauf der Fleck in der Weise anzubringen, daß seine Ränder mit ungefähr 5—6 cm über das Loch hinausreichen. Der Fleck wird provisorisch an seine Stelle gedrückt, sodann werden durch die beiden Platten hindurch in ungefähr nach den Kesselnieten zu bestimmenden Entfernungen Löcher mit einem Durchmesser von 15—20 mm gebohrt, die beiden Platten werden dann mittelst Nieten oder Schrauben verbunden; doch sind zuvor die aufliegenden Teile mit Pottaschenlauge, Soda oder verdünnter Salzsäure abzureiben und guter Eisenkitt dazwischen zu legen. Der Fleck kann auch noch besonders verdichtet werden, zu welchem Zwecke er schon im voraus schiefkantig zu feilen ist.

Guter Eisenkitt kann nach Scholl aus 100 kg rost- und ölfreien Feilspänen, $^1/_4$ kg Salmiak und $^1/_2$ kg Schwefelblüte, oder aber aus 30 kg Eisenspänen, 1 kg Salmiak und 1 kg Schwefelblüte hergestellt werden. Eisenspäne und Salmiak sind auf Rapskorngröße zu verkleinern und die Mischung mit Urin so lange zu kneten, bis sie sich erwärmt, trocken und spröde wird. In ein Eisengeschirr gut eingeschlagen, hält sich ein solcher Kitt lange unter Wasser, doch ist vor Gebrauch das Wasser abzugießen und der Kitt mit soviel Eisenspänen aufs neue zu verkneten, daß er die zum Gebrauch notwendige Dichtigkeit wieder erlangt.

Damit der Kitt sich mit den Platten gut verrosten kann, müssen die Platten vollkommen rein und ölfrei sein, daher auch bei der Bohrung der Löcher nur Seifenwasser zum Schmieren verwendet werden darf.

Gilt es, die Stehbolzen auszuwechseln, so werden deren Köpfe abgeschlagen und die Bolzen ausgeschlagen. Sodann werden die alten Schraubengewinde mittelst eines durch die äußere und innere Feuerbüchse hindurchreichenden Dorns abgerieben und mittelst eines langen Schraubenschneiders die feinen Schraubengewinde für eine Schraube von etwas größerem Durchmesser hergestellt. Die neuen Stehbolzen werden fest eingeschraubt und das herausreichende Schraubengewinde abgefeilt, die Nietköpfe gestaucht und mit Meißel ringsumher verdichtet.

Schadhaft gewordene Feuerröhren können zuweilen auch mittelst

einer Wulstmaschine hinreichend verdichtet werden. Bei größeren Breschen, etwaigen Sprüngen und auch wenn wir den auf die Feuerröhren ab-

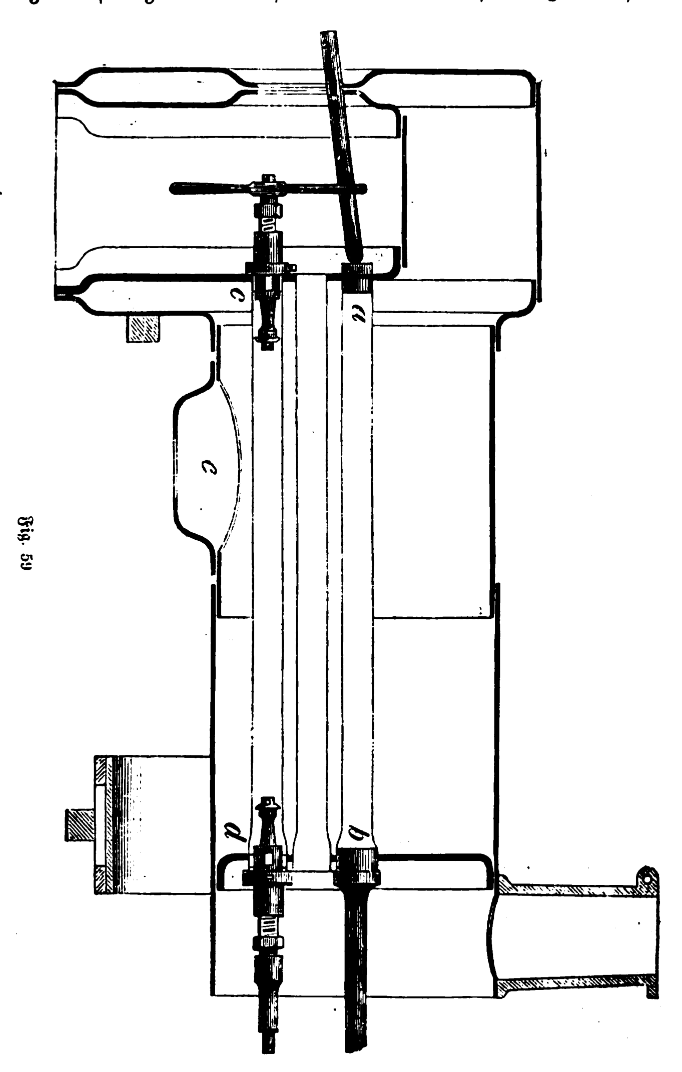


Fig. 59

gelagerten Kesselstein entfernen wollen, müssen dieselben aus den Röhrenwänden herausgezogen werden. Zu diesem Zwecke schneiden wir den in

die Feuerbüchse reichenden umgebördelten Grat der Feuerröhren mittelst Meißels ab, und legen, wie in Fig. 59 dargestellt wird, einen Dorn mit einem Ansatz in die Röhre, welcher Ansatz nicht höher, als die Wanddicke des Feuerrohrs und einwärts genietet ist, damit er das Rohr nicht ausdehnen kann. Eine aus der Feuerbüchse herausreichende Eisenstange wird nun an diesen Dorn a gestemmt und sodann das Rohr mittelst einiger Hammerschläge herausgetrieben.

Das Rohr kann, wenn es einmal herausgenommen ist, bequem gereinigt und falls sein Ende gesprungen ist, auch gekürzt werden, da das der Rauchbüchse zugekehrte Ende desselben ohnehin mit 40 bis 50 mm länger verfertigt wird; daher können wir das Rohr um so viel tiefer einschlagen. Ist jedoch die Länge des Rohres bereits eine unzulängliche geworden, so kann dasselbe eventuell gedehnt oder ein weiteres Stück Rohr daran gelötet werden. Stark abgenutzte Röhren sind jedoch durch neue zu ersetzen.

Bevor das Rohr zurückgelegt wird, sind seine beiden Enden zu erwärmen, dadurch auszuglühen und ganz rein zu feilen. Ist die Öffnung der Röhrenwand nicht mehr ganz rund, so muß sie vorerst mittelst eines Dorns aufs neue ausgerieben und das Rohr erst nachher zurückgelegt werden. Die Röhren werden mit Hilfe des in der Zeichnung mit b bezeichneten, das Rohr ganz umfangenden Nutendorns durch Hammerschläge so lange einwärts getrieben, bis ihr Ende in die Feuerbüchse mit ungefähr 5 mm hineinreicht. Dieser vorstehende Grat wird mittelst eines Hammers umgebördelt und glatt gestemmt. Endlich werden die Enden der Röhren bei c und d mittelst einer Wulstmaschine aufgeweitet, damit die Röhren und die Röhrenwand fest verdichtet sind.

Die Wulstmaschine (s. Fig. 60) besteht aus einer Hülse, in welcher kleine konische Rollen gefaßt sind; diese liegen auf dem konischen Dorn auf und üben, je nachdem der letztere durch die Schraubenmuttern einwärts gedrückt, oder auswärts gezogen wird, einen größeren oder kleineren Druck auf die Feuerröhre. Damit der Druck nicht allein auf die Lagerstellen der Rollen, sondern auf die ganze Röhrenperipherie geübt wird, so wird an den, am äußeren Ende der Vorrichtung befindlichen Zapfen eine Kurbel angebracht und mit Hilfe derselben die Vorrichtung gedreht.

Behufs leichterer Verwendung der Wulstmaschine soll die Rohröffnung ein wenig geölt werden; der die Hülle umfangende Ring ist, wie dies auch in der Figur dargestellt erscheint, an den Rand der Röhre zu schieben und mittelst einer kleinen Stellschraube daselbst zu befestigen. Die kleinen konischen Rollen dürfen nur so tief in die Röhre geschoben werden, daß ihr Ende die Röhrenwand eben noch erreichen kann.

Die Enden der Feuerröhren durch sogenannte Rohrringe zu verdichten, ist nicht ratsam, da dieselben durch Verringerung des Querschnittes den Luftzug behindern und die Entfernung von Ruß und Asche erschweren.

Nach der Reparatur soll der Kessel stets durch Kalt-Wasserdruck geprüft werden; zu diesem Zwecke ist mit der an der Maschine befindlichen, oder mit einer besonderen Pumpe, falls eine solche zur Hand ist, so lange Wasser in den Kessel zu pumpen, bis es zu dem mit Probegewicht belasteten Sicherheitsventil herauszuströmen beginnt.

Nach wesentlicheren Reparaturen und Veränderungen, als die bisher Beschriebenen, sowie auch nach längerer Benutzung der Lokomo-

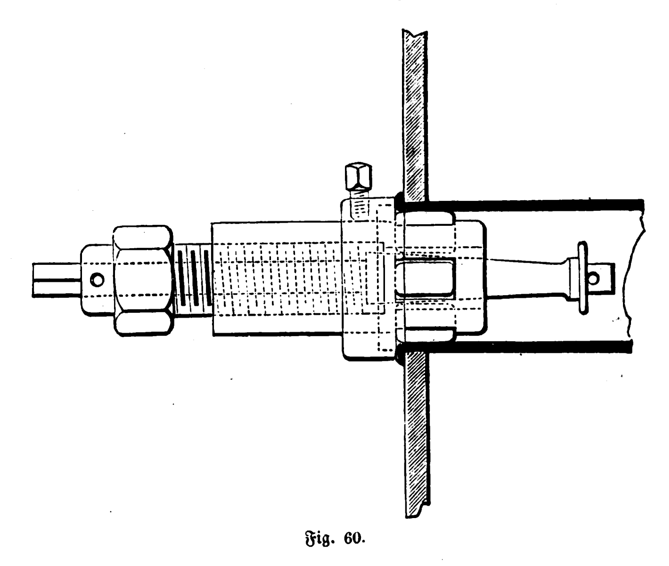


Fig. 60.

bile ist dieselbe behördlich untersuchen zu lassen, wovon in dem Kapitel über die behördlichen Verordnungen des weiteren die Rede sein soll.

3. Der Kessel im Betriebe.

Betreffs der Sicherheit und des ökonomischen Betriebes hängt der Lokomobilkessel lediglich von der Verläßlichkeit des Maschinisten ab; es sind daher bloß praktisch vollkommen ausgebildete und geprüfte Maschinisten zu verwenden, welche nicht allein in der erforderlichen praktischen Handhabung sich die nötige Geschicklichkeit erworben haben, sondern auch genau mit den Grundsätzen vertraut sind, welche die Vorbedingung für die Sicherheit des Betriebes bilden.

Die Verrichtungen am Kessel sind: die Inbetriebsetzung und der gewöhnliche Betrieb des Kessels, sowie die Einstellung des Betriebes auf längere und kürzere Zeit.

a) Die Inbetriebsetzung des Kessels.

Der in Betrieb zu setzende Kessel ist zunächst darauf zu prüfen, ob er den behördlich vorgeschriebenen Anforderungen entspricht, ob die Armatur sich in gutem Zustande befindet, ob die Putzlöcher hinreichend verdichtet sind, und ob der ganze Kessel rein ist? Haben wir uns von alldem überzeugt, so wird der Kessel auf 2—3 cm über den normalen Wasserstand gefüllt und es kann alsdann mit der Anheizung begonnen werden.

Bei der Anheizung werden auf den Rost leicht brennbare Hobelspäne, Stroh oder Kleinholz und hierüber eine dünne Schicht des betreffenden Brennmateriales gelegt, alsdann die Thür des Aschenkastens zugemacht und nun erst untergezündet, damit der allzustarke Luftzug das Feuer nicht löschen kann.

Das Feuer darf im Anbeginn nur allmählich gesteigert werden, auch muß während der Heizung, behufs Austreibung der im Kessel enthaltenen Luft, das Sicherheitsventil oder der in den Dampfraum reichende Probierhahn so lange offen stehen, bis daraus Dampf zu entweichen beginnt. Alsdann werden alle Öffnungen geschlossen und die Heizung fortgesetzt, bis der erwünschte Dampfdruck erreicht ist.

Während der Dampfentwicklung ist das Manometer fortwährend zu beachten und zugleich in Evidenz zu halten, ob die Sicherheitsventile sich leicht bewegen, und ob bei der Pumpe alles in Ordnung ist, zu welchem Behufe man die letztere probeweise auf kurze Zeit gehen läßt.

Ist im Kessel noch vom vorhergehenden Tag Wasser geblieben, so muß ein Teil desselben ausgeblasen und durch frisches ersetzt werden.

So wie der erwünschte Druck erreicht ist, wird mit der Dampfpfeife ein Signal gegeben, und der Betrieb kann beginnen.

b) Der Betrieb.

Während des Betriebes hat der Maschinist die Heizung und die Kesselspeisung derart zu regulieren, daß der erlaubte größte Dampfdruck bei dem normalen Wasserstande ständig erhalten werde, denn nur so wird der Betrieb ein ökonomischer sein; überdies muß er selbstverständlich alle jene Faktoren, welche von Einfluß auf die Sicherheit des Betriebes sind, mit sorgfältiger Aufmerksamkeit verfolgen.

Für die Heizung gilt als Hauptregel, daß dieselbe eine lebhafte und beständige sein soll. Die ununterbrochene Heizung ist notwendig, weil im widrigen Falle auch der Dampfdruck beständig wechseln würde.

Hieraus folgt, daß der Brennstoff in geringen und gleichmäßig dicken Schichten auf die bereits vorhandene Glut gelegt werden muß, gleichwohl kann jedoch die Glutschicht dick gehalten werden, damit nicht allzuviel Luft in den Feuerraum dringe.

Wie bereits erwähnt, werden die Lokomobilen mit Steinkohle, Stroh oder Holz geheizt, überdies werden auch so mannigfache Kohlenarten verwendet, daß Regeln von allgemeiner Geltung sich kaum aufstellen lassen, wie es denn auch stets Sache der Intelligenz des Heizers ist, die den Eigenschaften des betreffenden Brennmaterials am besten entsprechende Heizmethode zu treffen.

Es ist im allgemeinen empfehlenswerter mit trockener, als mit benetzter Kohle zu heizen, da das Verdampfen der Nässe gleichfalls Wärme aus dem Feuerraume absorbiert; auch bilden die Wasserdünste, mit Ruß vermengt, eine pechartige Ablagerung auf der Heizfläche, wodurch deren Wärmeleitungsfähigkeit beeinträchtigt und die Reinhaltung erschwert wird.

Indessen bröcklige und klebrige Kohle ist dennoch zu benetzen und zwar am vorteilhaftesten am Abend vor dem Gebrauch, da sonst die bröcklige Kohle zum großen Teil durch die Rostplatten fällt, die klebrige Kohle aber Kuchen bildet; ohne solche Kohlenbenetzung würden wir einen Verlust von ungefähr 10 % erleiden.

Hinsichtlich der Größe der Kohlenstücke sei bemerkt, daß dieselben am besten faustgroß sind, da sonst die Dampfentwicklung eine ungleichmäßige sein würde, indem die großen Stücke sich nur schwer entzünden, dann jedoch mit sehr lebhafter Flamme verbrennen.

Die aufzulegende Kohle wird am zweckmäßigsten über die ganze Rostfläche zerstreut; wenn jedoch der Schornstein zu stark raucht, so wird das Feuer vor dem Auflegen der frischen Kohle ein wenig zurückgeschoben, und die Kohle auf den Vorderteil des Rostes geworfen; in diesem Falle verbrennt auch der über den Rost hinziehende Rauch und die Feuerung wird dadurch eine sparsamere.

Wenn dagegen eine raschere Dampfbildung angestrebt wird, so wird in umgekehrter Weise vorgegangen, wodurch sich auch die frische Kohle rasch entzündet und lebhaft verbrennt. In allen Fällen ist es jedoch zweckmäßig, nach dem Auflegen den Luftzug durch Öffnung der Thür des Aschenkastens ein wenig zu beleben, doch ist die Feuerthür möglichst rasch zu schließen.

Die Heizung ist stets nach Maßgabe des Dampfdruckes zu regulieren; diesem Zwecke dienen die bereits beschriebenen Vorrichtungen zur Entwicklung und Regulierung des Luftzuges. Wir wiederholen hier, daß die Feuerthür behufs Verminderung des Luftzuges nie offen bleiben darf.

Wollen wir die Heizung in ausgiebigerem Maße verringern, so wird die Thür des Aschenkastens ganz geschlossen und allenfalls auch die Thür der Rauchkammer geöffnet. In Fällen, wo auch dies sich unzulänglich erweist, kann das Feuer hervorgezogen und mit nasser Kohle bedeckt werden.

In außerordentlichen Fällen, wo die Dampfbildung rasch verringert werden soll, ziehen wir einige Roststäbe mittelst des Schüreisens heraus und stoßen das Feuer in den Aschenkasten, um es daselbst zu löschen; Wasser darf jedoch unter keinen Umständen auf den Rost gegossen werden. Wollen wir den Luftzug plötzlich einstellen, so wird der Aschenkasten ganz geschlossen und die Feuerthür sowie auch die Thür der Rauchkammer ganz geöffnet, doch ist dies nur in Zeiten faktischer Gefahr gerechtfertigt.

Eine weitere Vorbedingung der regelmäßigen Heizung ist, das Feuer sowohl, wie auch die Heizfläche rein zu halten. So hat der Heizer, wenn mit klebriger Kohle geheizt wird, bevor er frische Kohle auflegt, den Schlackenkuchen aufzubrechen und zu entfernen, sowie von Zeit zu Zeit auch die Roststäbe auszustochern.

Die im Aschenkasten sich ansammelnde Asche ist täglich mehrmals zu entfernen, da sie den Luftzug behindert und die Roststäbe in der großen Hitze verbrennen; um dies zu verhindern und behufs leichterer Beobachtung des Feuers ist im Aschenkasten Wasser zu halten.

Überdies sind auch die Feuerröhren von Zeit zu Zeit auszubürsten und ist auch der Funkenfänger täglich mindestens einmal zu reinigen.

Nebst der Feuerung muß der Maschinist sein Hauptaugenmerk auf die ununterbrochene und gleichmäßige Speisung des Kessels richten. Aus dem Gesichtspunkte der Vorsorge soll der Wasserbottich fortwährend voll und auch für die entsprechende Vorwärmung des Speisewassers gesorgt sein.

Die Bedingungen der regelmäßigen Speisung haben wir bereits bei der Behandlung der Pumpe mitgeteilt und hier erinnern wir nur daran, daß die Pumpe fortwährend im Gange sein soll, so daß sie dem Kessel stets so viel Wasser zuführt als daraus verdampft. Befinden sich zwei Pumpen an der Lokomobile, so wird die Speisung nur von einer besorgt, doch soll probeweise von Zeit zu Zeit auch die andere in Gang gesetzt werden, damit sie im Bedarfsfalle sich nicht als unbrauchbar erweise.

Die Speisung ist selbstverständlich je nach Maßgabe des Dampfverbrauchs zu regulieren, welchem Zwecke, wie erinnerlich, der Rückflußhahn dient, welcher mehr geschlossen wird, wenn der Wasserstand abnimmt, und den man mehr öffnet, wenn das Wasser sich über den mittleren Wasserstand erhoben hat. Ein geringer Wasserstand darf

nicht im Kessel geduldet werden, da er sonst leicht unter das Niveau der Feuerlinie sinken kann; ein zu hoher Wasserstand ist aber darum nicht ratsam, weil bei demselben nasser Dampf in den Cylinder gelangt, wodurch Brennstoffverlust verursacht und der Dampfcylinder verdorben wird. In Ausnahmefällen, so wenn wir den Dampfdruck rasch verringern wollen, ist es angezeigt, viel Wasser in den Kessel zu pumpen. Es ist daher am besten, im Kessel stets den mittleren Wasserstand einzuhalten, welcher sich am Wasserstandsglase leicht kontrollieren läßt.

Während des Betriebes sind auch die Öffnungen der Feuerröhren unausgesetzt zu beobachten. Rinnt eine oder die andere Röhre, so wird ein Eisenpfropf in dieselbe getrieben. Wenn mehrere Röhren schadhaft sind, so ist der Betrieb einzustellen und sind die Röhren nach den gegebenen Weisungen auszubessern.

Wenn der Maschinist nebst den geschilderten Aufgaben auch noch die Probierhähne, das Manometer und die Sicherheitsventile sorgfältig beobachtet und im Sinne der erteilten Weisungen prüft, so mag sein Gewissen darüber beruhigt sein, daß er alles gethan habe, was aus dem Gesichtspunkte der Ökonomie und der Sicherheit des Betriebes seine strikte Pflicht gewesen.

c) Einstellen des Betriebes.

Wollen wir den Betrieb für die Zeit der am Morgen und am Mittag üblichen Arbeitspause einstellen, so wird die Heizung schon eine halbe Stunde vor der Pause gemäßigt und schließlich ganz eingestellt, zu welchem Zwecke wir die Thür des Aschenkastens ganz schließen, das Feuer vorziehen und allenfalls mit nasser Kohle bedecken.

Es ist geraten noch während des Betriebes Wasser zu pumpen, damit auch der Dampfdruck abnehme; ja es wird geboten sein, den noch vorrätigen Dampf durch den eine Weile dauernden leeren Gang der Lokomobile gänzlich zu verbrauchen. Die Einstellung des Betriebes wird in der Regel auch durch die Dampfpfeife signalisiert.

Bei mehrstündiger Pause läßt man die Maschine von Zeit zu Zeit leer gehen; oder es wird der Dampf zum Sicherheitsventil herausgelassen und nach der Speisung teilweise ausgeblasen, damit hierdurch das Kesselwasser in fortwährender Bewegung erhalten bleibt und kein Siedverzug eintritt, von dessen gefährlichen Folgen noch späterhin die Rede sein soll.

Bei längeren Arbeitspausen, so über Nacht und über Feiertage wird das Feuer gegen Schluß gleichfalls gemäßigt und nach Einstellung des Betriebes gänzlich vom Roste entfernt. Vor der Pause kann so viel Wasser gepumpt werden, daß der Wasserstand bis an den Dampf-

probierhahn reiche, damit bei der neuerlichen Inbetriebsetzung der Lokomobile der über Nacht abgelagerte Schlamm ausgeblasen werden kann.

Muß der Betrieb plötzlich eingestellt werden, so wird der Vorgang befolgt, den wir bei der Feuerung bereits besprochen haben; es werden nämlich einzelne Roststäbe herausgezogen, das Feuer in den Aschenkasten geschoben und daselbst gelöscht.

Nach Einstellung des Betriebes sind die Hähne des Manometers und des Wasserstandsglases abzudrehen, ferner ist bei kaltem Wetter aus der Speisepumpe alles Wasser abzulassen, damit es nicht gefriere und dieselbe sprenge. Aus demselben Grunde ist in Winterzeit alles Wasser einer im Freien stehenden Lokomobile abzulassen.

Soll die Lokomobile transportiert werden, so wird gleichfalls alles Wasser abgelassen, damit das Transportgewicht nicht in überflüssiger Weise erhöht und die Lokomobile von den Stößen des Wassers verschont werde.

4. Gefahren des Kesselbetriebes und deren Beseitigung.

Die Gefahren des Kesselbetriebes sind die Kesselexplosion und der Brandschaden.

Die Kesselexplosion wird hauptsächlich durch die allmähliche, oder allenfalls plötzliche Schwächung der Platten verursacht.

Durch die beständige Berührung mit dem Feuer, sowie auch durch die Verrostung verliert die Kesselwand von Jahr zu Jahr von ihrer Widerstandsfähigkeit. Im Interesse der Sicherheit des Betriebes soll der Kessel zuweilen durch Kaltwasserdruck geprüft und wenn notwendig der Druck des Kessels verringert werden. In solchen Fällen ist die Belastung der Ventile entsprechend zu verringern.

Die Platte schwächt sich plötzlich, so oft sie infolge fahrlässiger Beaufsichtigung ins Glühen gerät. Dieser Fall tritt am leichtesten ein, wenn der Wasserstand im Kessel sich unter die Feuerlinie senkt. Da die Heizfläche solchermaßen nicht gekühlt wird, wird sie glühend; die glühende Platte aber vermag bei ihrer geringen Festigkeit dem Dampfdrucke nicht zu widerstehen, es entstehen Sprünge in ihr, welche eine Kesselexplosion herbeiführen. Beim Erglühen der Platten wäre es sehr gefährlich, den Kessel weiter zu speisen, da das Wasser, sich mit der glühenden Platte berührend, rasch verdampfen, und der Dampf die ohnehin geschwächte Platte nur mit umso größerer Gewalt durchbrechen würde.

Ist also das Wasser im Kessel so tief gesunken, daß auch der untere Probierhahn Dampf zeigt, so wird mit der Dampfpfeife die Einstellung der Arbeit signalisiert, die Speisung augenblicklich eingestellt,

die Thür des Aschenkastens geschlossen und das Feuer durch Aufreißen des Rostes in den Aschenkasten geworfen. Nach vollständiger Auskühlung des Kessels wird das Wasser ausgeblasen, und werden die Platten eingehend darauf geprüft, ob sie nicht durch Überheizung schadhaft geworden? Vorsichtshalber kann hierbei auch die Kaltwasser-Probe — aber nur für den Arbeitsdruck — angestellt werden. Die erwähnte Gefahr kann nur eine Folge grober Fahrlässigkeit sein, denn wenn das Wasserstandsglas und die Probierhähne aufmerksam beobachtet werden und die Pumpe entsprechend kontrolliert wird, so kann uns eine ähnliche Gefahr nicht ereilen.

Glühend kann die Platte ferner auch durch Bildung von Kesselstein werden. Der Kesselstein legt sich nämlich auf die Platten, und da der schlechte Wärmeleiter die Wärme des Kesselblechs nicht weiterzuleiten, beziehungsweise dasselbe nicht zu kühlen vermag, so kann es leicht rotglühend werden, und da seine Festigkeit in einem solchen Zustande eine geringe ist, so wird es infolge des Dampfdruckes sich ausbauchen, ja auch bersten. Noch größere Gefahr kann aber den Kessel ereilen, wenn an solchen ausgebauchten Stellen der Kesselstein abspringt. In solchen Fällen würde das Wasser bis an die glühende Platte gelangen, daselbst sich stürmisch Dampf bilden, welcher die schwachen Stellen des Kessels durchstoßen würde. Zur Beseitigung der aus der Ablagerung von Kesselstein sich ergebenden Gefahr wird das Speisewasser auf die geschilderte Weise verbessert, und der Kessel häufig ausgeblasen und gereinigt.

Eine fernere Ursache der Kesselexplosion kann auch die Überanstrengung des Kessels d. h. die Übertreibung des Dampfdruckes sein.

Der Dampfdruck darf nur stufenweise gesteigert werden, da der plötzlich in großer Menge erzeugte Dampf nicht rasch genug zum Sicherheitsventil herausströmen und die Platten durch seinen Überdruck zu beschädigen vermag. Die größte Gefahr kann jedoch aus der Überlastung des Sicherheitsventils entstehen, wenn nämlich gewissenlose Maschinisten das Sicherheitsventil, welches infolge fahrlässiger Behandlung Dampf gelassen hat, überlasten oder niederbinden. Ebenso gefährlich kann das Niederkleben des Sicherheitsventils oder das durch irgend einen andern Umstand verursachte unrichtige Funktionieren desselben sein.

Das Sicherheitsventil ist daher häufig zu untersuchen. Wenn das Manometer einen höheren Druck als den erlaubten zeigt, die Sicherheitsventile aber sich nicht mehr heben, so ist die Gefahr bereits an der Schwelle, und da darf das Sicherheitsventil nicht mehr gewaltsam gehoben werden, denn der jäh ausströmende Dampf verursacht eine lebhafte Wasserbewegung und schlägt das Wasser an das Kesselblech,

dies aber kann im Vereine mit dem Dampfdruck einzelne Teile derart anstrengen, daß dieselben bersten könnten. Um der angedeuteten Gefahr zu begegnen, muß das Feuer in solchem Falle gedämpft, allenfalls auch in der bereits oft geschilderten Weise ganz eingestellt werden; behufs Verringerung des Druckes kann auch eine Speisung stattfinden. Um zu verhindern, daß der Dampfdruck übergroß werde, sind also das Manometer und die Sicherheitsventile unausgesetzt zu beobachten und fleißig zu untersuchen.

Unter die Ursachen, welche durch Fahrlässigkeit eine Kesselexplosion zur Folge haben können, ist auch die Überheizung des Kesselwassers, d. h. der sogenannte Siedeverzug zu zählen. Die in der ruhigen Wassermenge sich bildenden Dampfbläschen steigen nämlich nicht auf und das Wasser nimmt daher mehr Wärme in sich auf als dem im Kessel herrschenden Dampfdrucke entsprechen würde, d. h. es wird überheizt. Infolge äußerer Anlässe, wie durch rapiden Dampfverbrauch oder durch Stöße, verdampft das Wasser stürmisch, was eine Kesselexplosion zur Folge haben kann. Es ist also unser Hauptaugenmerk darauf zu richten, daß das Wasser nicht gänzlich ausgekocht wird, d. h. daß es stets in entsprechendem Maße Luft enthalte, ferner daß das Aufsteigen der Dampfbläschen befördert werde, d. h. daß das Wasser in fortwährender Bewegung erhalten bleibe, zu welchem Zwecke vor der Arbeitspause der Kessel gespeist, ausgeblasen und allenfalls auch das Sicherheitsventil vorsichtig geöffnet werden soll. Selbstverständlich ist der Kessel, so lange darin Dampf enthalten, vor Stößen und Erschütterungen zu bewahren; während des Betriebes darf daher daran nicht gehämmert, noch die Feuerthür zugeschlagen werden, wie denn auch die Sicherheitsventile stets nur vorsichtig gehoben werden dürfen.

* * *

Gegen Brandschäden kann die Lokomobile viel leichter als gegen die in ihren Wirkungen verheerende Kesselexplosion geschützt werden. Die Hauptsache ist, bei der Aufstellung der Lokomobile, bei der Heizung und Reinigung die entsprechenden Vorsichtsmaßregeln zu beobachten, die Schutzmaßnahmen durchzuführen und bei etwaigem Brande die erforderlichen Rettungsversuche kaltblütig anzustellen.

Die Aufstellung der Lokomobile erfolgt entweder in einem Gebäude, oder in einer Scheune, oder im Freien. Die Gebäude, in welchen Lokomobilen aufgestellt werden sollen, müssen möglichst feuersicher konstruiert und mit Schiefer gedeckt sein. Der Schornstein der Lokomobile soll hoch genug über das Hausdach ragen und mindestens $1\frac{1}{2}$ m weit von den Holzbestandteilen der Dachkonstruktion abstehen. Die Lokomobile ist auf harte Dielen zu stellen, damit sie im Falle eines Brandes sich leicht herausziehen läßt.

Soll die Lokomobile in einer Scheune stehen, so hat die letztere sich auf mindestens 4 m Entfernung von feuersicheren Gebäuden, auf mindestens 10 m Entfernung von anderen Baulichkeiten und Getreidediemen und auf mindestens 30 m Entfernung von Vorräten leicht brennbarer Gegenstände (Stroh, Reisig, Holz u. s. w.) zu befinden.

Im Freien arbeitende Lokomobilen sollten mindestens 30 m weit von Gebäuden, 30 m weit von Naldelholz oder anderen leicht brennbaren Gegenständen, 10 m weit von Getreidediemen und 10 m weit von der Dreschmaschine stehen, und zwar so, daß ihre Feuerthür nicht der Dreschmaschine zugekehrt ist. Die Richtung der Aufstellung aber soll nicht in die Windrichtung, sondern vertikal auf dieselbe fallen. Die Triste ist in solchem Falle an der Windseite anzulegen und das Getreide soll zur Dreschmaschine nicht zwischen dieser und der Lokomobile, sondern an der Seite der Dreschmaschine zugeführt werden. Bei starkem Winde ist der Betrieb von im Freien arbeitenden Lokomobilen einzustellen, desgleichen auch der Betrieb von Lokomobilen, welche in Scheunen arbeiten, wenn der Wind die Funken gegen die Gebäude trägt. In solchen Fällen ist die Lokomobile bis zum gänzlichen Erlöschen des Feuers entsprechend zu bewachen.

Zur Vermeidung jeder Feuersgefahr soll der Aschenkasten während des Betriebes mit Wasser gefüllt werden, damit die Asche unmittelbar ins Wasser fällt.

Zum Ablöschen der Schlacken ist es angezeigt, einen besonderen, mit Wasser gefüllten Kasten zu halten.

Um eventuell das Löschen des Feuers leicht bewerkstelligen zu können, sollte in der Nähe des Betriebsortes, sofern kein natürliches Wasser zu gebote steht, ein mit Wasser gefülltes Gefäß gehalten werden, dessen Inhalt mindestens dem des Kessels gleich ist.

Endlich soll nach den einschlägigen deutschen Polizeiverordnungen jede Lokomobile mit einem zuverlässig wirkenden Apparat zur Unschädlichmachung der Funken versehen sein, dessen häufige Reinigung, sowie die des Schornsteins wesentliche Bedingungen der Vermeidung jeglicher Feuersgefahr bilden.

5. Allgemeine Regeln für den Betrieb der Dampfkessel.

(Aufgestellt vom Magdeburger Verein für Dampfkesselüberwachung.)

1. Das Kesselhaus halte man sauber und frei von allem, was nicht dahin gehört. Außer den Heizern und den Aufsichtsbeamten darf niemand dasselbe betreten. Die Heizer sind berechtigt und verpflichtet, Unbefugte zu entfernen.

2. Sämtliche Apparate sind rein und gangbar zu erhalten und bei jedem Kaltlegen der Kessel sorgfältig nachzusehen. Namentlich

sind die Wasserstands-, Manometer-, und Speiseröhren gründlich zu reinigen.

3. So lange Feuer auf dem Roste ist, darf der Heizer den Kessel nicht verlassen.

4. Rost und Aschenfall sollen rein und luftig sein. Der Rost ist stets mit Kohlen bedeckt zu halten.

5. Die Feuerthüren öffne man so selten als möglich und beschränke vorher den Zug. Das Heizen soll rasch und bei mehreren Feuerungen stets abwechselnd erfolgen.

6. Der Wasserstand darf niemals unter die Wasserstandsmarke des tiefsten zulässigen Standes sinken.

7. Die Wasserstandsapparate sind täglich zu probieren und von Schlamm rein zu halten. Jede Verstopfung ist sofort zu beseitigen, andernfalls ist das Feuer zu löschen und der Kessel kalt zu legen.

8. Die Speisevorrichtungen sind abwechselnd zu betreiben, um ihres brauchbaren Zustandes sicher zu sein. Geraten sie in Unordnung, so ist das Feuer sofort zu löschen und der Betrieb einzustellen.

9. Der Dampfdruck darf die am Manometer ersichtliche konzessionsmäßige Dampfdruckmarke niemals übersteigen.

10. Das Manometer ist täglich zu kontrollieren, ob es rasch auf den Nullpunkt sinkt und auf den früheren Stand zurückgeht.

11. Die Sicherheitsventile müssen täglich durch vorsichtiges Lüften beweglich erhalten werden. Jede Änderung der vorschriftsmäßigen Belastung ist streng verboten.

12. Ventile und Hähne sind stets langsam zu öffnen und zu schließen.

13. Das Ausblasen eines Kessels darf nur erfolgen, nachdem das Feuer gelöscht und der Dampfdruck unter eine Atmosphäre gesunken ist.

14. Schlammiges Wasser entferne man möglichst oft und zwar nach Stillstandspausen durch teilweises Ablassen bis zur Wasserstandsmarke.

15. Das Füllen der Kessel darf erst dann geschehen, wenn der Kessel gehörig abgekühlt ist.

16. Zum Speisewasser mische man bei Anwendung von kondensiertem oder gekochtem Wasser täglich frisches, lufthaltiges Brunnen-, Fluß- oder Regen-Wasser.

17. Der Kesselstein muß sorgfältig und an den Nietköpfen und Stemmnähten besonders behutsam abgeklopft werden, Schlamm ist durch Abkratzen und Auswaschen zu entfernen.

18. Züge und Kessel müssen, so oft dies möglich, von Asche und Ruß gereinigt werden.

19. Vor Stillstandspausen und wenn irgend thunlich, während derselben speise man den Kessel über den gewöhnlichen Wasserstand, lasse den Dampfdruck möglichst sinken, dämpfe das Feuer und beschränke den Zug. Vor längerer Ruhe lösche man das Feuer gänzlich.

20. Sinkt das Wasser so tief, daß der Stand nicht mehr mit Sicherheit erkannt werden kann, so darf der Kessel unter keinen Umständen gespeist werden. Man lösche sofort das Feuer, schließe die Dampfventile und benachrichtige den Vorgesetzten.

21. Schäumt das Wasser, so speise man den Kessel mit frischem Wasser, blase das überflüssige Wasser vorsichtig ab, dämpfe das Feuer bis sich das Wasser beruhigt hat.

22. Steigt der Dampf zu hoch, so dämpfe man das Feuer, speise den Kessel und überzeuge sich, ob das Sicherheitsventil in Ordnung ist.

23. Undichtigkeiten und schadhafte Stellen sind sofort dem Vorgesetzten anzuzeigen und durch Sachverständige zu beseitigen, wie im Revisionsbuch zu vermerken.

* * *

Aus dem Gesagten geht hervor, daß die Ursache der Gefahren des Kesselbetriebes fast immer Folgen einer fahrlässigen Behandlung sind, und so schließen wir denn dieses Kapitel mit der Ermahnung, daß der Kessel stets nur vernünftigen, ruhigen, in jeder Hinsicht verläßlichen und fachtüchtigen Leuten anvertraut werde und daß derjenige, dessen Obsorge der Kessel übergeben ist, stets bedenken möge, daß auch die geringste Fahrlässigkeit einerseits für ihn, wie auch für das Leben und das Vermögen seiner Mitmenschen die schrecklichsten Folgen nach sich ziehen kann.

II. Die Lokomobil-Dampfmaschine.

Die Bestimmung der Dampfmaschine ist, durch die Kraft des im Kessel erzeugten Dampfes eine Bewegung zu bewirken und diese durch geeignete Übersetzung zum Betriebe der Arbeitsmaschinen zu benutzen.

Die wesentlichen Bestandteile der Lokomobil-Dampfmaschine sind in der in Fig. 61 und 62 dargestellten Weise am Kessel angeordnet. Unmittelbar oberhalb der Feuerbüchse befindet sich der gußeiserne Dampfcylinder A, diesem gegenüber am Vorderteil des Kessels ist in Querrichtung die mit der Kurbel B versehene Hauptwelle C gelagert. Das Innere des Dampfcylinders ist glatt gedreht, und

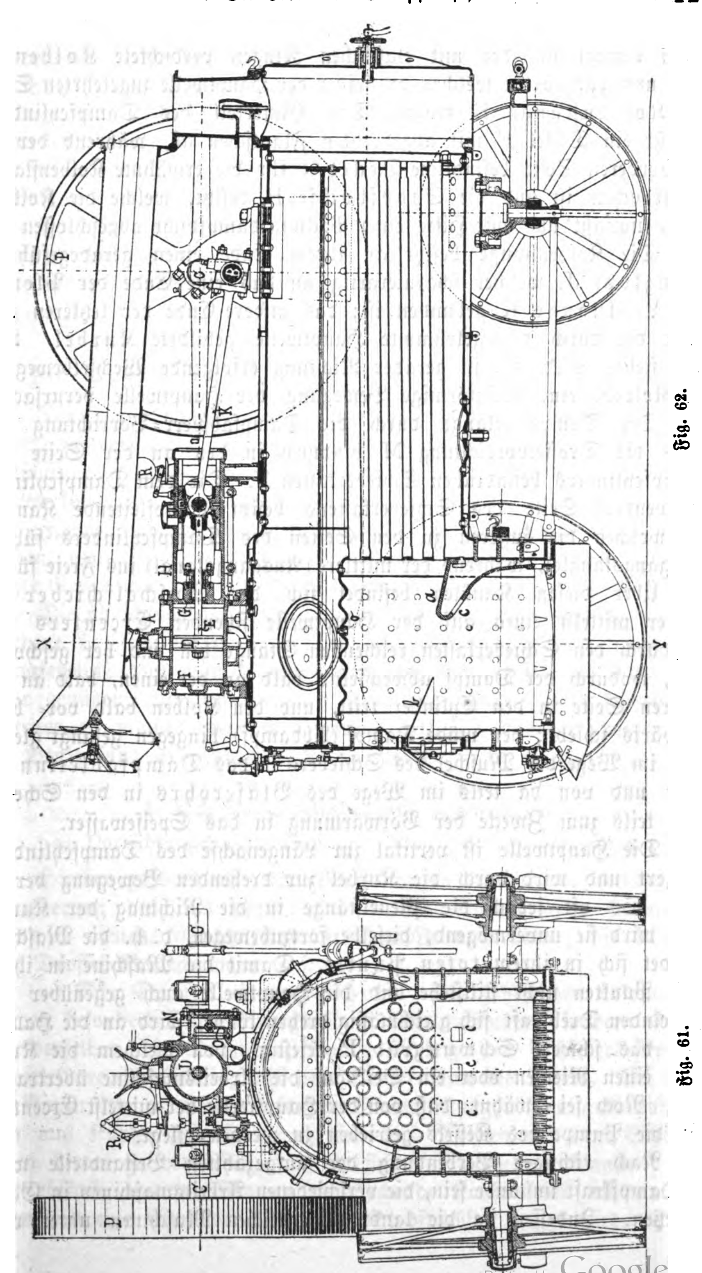


Fig. 62.

Fig. 61.

darin bewegt sich der mit elastischen Ringen verdichtete **Kolben** D vor- und rückwärts, welcher an seiner der Hauptwelle zugekehrten Seite die **Kolbenstange** E trägt. Den Hinterteil des Dampfcylinders schließt ein Deckel F mit abgedrehten Flantschen ab, während der an der vorderen Seite befindliche **Deckel** G für die erwähnte Kolbenstange durchbrochen ist und die **Stopfbüchse** H besitzt, welche die Kolbenstange umfaßt und mit Hilfe einer Packung dampfdicht abgeschlossen ist.

Die Kolbenstange besitzt an ihrem Ende einen geradegeführten **Kreuzkopf** J, welcher scharnierartig an das eine Ende der **Pleuel-** oder **Lenkstange** K gebunden ist; das andere Ende der letzteren umfängt die durch die gekrümmte Hauptwelle gebildete **Kurbel**. Wie man sieht, wird die in gerader Richtung erfolgende Wechselbewegung des Kolbens eine kreisförmige Bewegung der Hauptwelle verursachen.

Der Dampf gelangt durch die Dampfabsperr-Vorrichtung und durch die Drosselvorrichtung M hindurch in den an der Seite des Dampfcylinders befindlichen Schieberkasten N. Die dem Dampfcylinder zugewendete Seite des Schieberkastens besitzt dampfleitende Kanäle, von welchen die äußeren zu den Seiten des Dampfcylinders führen (Eingangskanäle), während der mittlere (Ausgangskanal) ins Freie führt.

Über diesen Kanälen befindet sich der **Muschelschieber** O, welcher mittelst eines auf der Hauptwelle sitzenden **Excenters** und der durch den Schieberkasten reichenden Stange hin und her geschoben wird, wodurch der Dampf abwechselnd bald an der einen, bald an der anderen Seite in den Cylinder tritt, und den Kolben bald vor- bald rückwärts schiebt; der müde Dampf (Abdampf) hingegen gelangt gleichfalls im Wege der Muschel des Schiebers in das **Dampfableitungsrohr** und von da teils im Wege des **Blaserohrs** in den Schornstein, teils zum Zwecke der Vorwärmung in das Speisewasser.

Die Hauptwelle ist vertikal zur Längenachse des Dampfcylinders gelagert und wird durch die Kurbel zur drehenden Bewegung veranlaßt. So oft jedoch die Pleuelstange in die Richtung der Kurbel fällt, wird sie unvermögend, dieselbe fortzubewegen, d. h. die Maschine befindet sich in ihrem **toten Punkte**. Damit die Maschine in ihren toten Punkten nicht stillstehe und die Hauptwelle auch gegenüber der wechselnden Drehkraft sich gleichmäßig drehen könne, wird an die Hauptwelle das schwere **Schwungrad** P befestigt, von welchem die Kraft durch einen Riemen oder ein Seil auf die Arbeitsmaschine übertragen wird. Noch sei erwähnt, daß von der Hauptwelle her mittelst Excenters auch die Pumpe des Kessels getrieben zu werden pflegt.

Nach richtiger Verbindung der aufgezählten Bestandteile wird die Dampfkraft imstande sein, die verschiedenen Arbeitsmaschinen in Gang zu setzen. Indessen da die landwirtschaftlichen Maschinen unter ver-

schiedenartigen Verhältnissen verschiedenartige Kraftmengen erheischen, die faktisch in Wirksamkeit tretende Kraft aber von dem Dampfverbrauch abhängt, so bedürfen wir noch einer Vorrichtung, welche die nach Maßgabe des jeweiligen Kraftbedarfs in den Dampfcylinder einzulassende Dampfmenge reguliert; diese in Figur 61 mit R bezeichnete Vorrichtung wird Regulator genannt.

Der Regulator erhält seine Bewegung in der Regel durch Vermittlung von konischen Rädern oder Riemenscheiben von der Hauptwelle her und wirkt auf die Absperrvorrichtung oder auf die Schiebersteuerung.

A. Die Maschinenteile der Lokomobile und deren Verbindung.

Die Maschinenteile der Lokomobile sind so fest anzufertigen und derart zu verbinden, daß selbst die während des Betriebes in der Maschine auftretende größte Kraft sie weder zertrümmern, noch deformieren könne.

Ferner sind die einzelnen Teile auf leicht zugängliche Art anzuordnen, auch soll ihre Konstruktion eine möglichst einfache sein und eine leichte Reparatur oder Auswechslung der abgenutzten Teile ermöglichen.

Die Maschinenteile werden in den verschiedenen Fabriken auf verschiedene Art konstruiert. Indessen die Abweichungen sind lange nicht so wesentlich, daß man dieselben alle aufzählen müßte; es wird vielmehr genügen, mit den einzelnen charakteristischeren Konstruktionen sich vertraut zu machen, da die Kenntnis derselben das Verständnis und die Beurteilung aller anderen Konstruktionen leicht ermöglicht.

1. Der Dampfcylinder und dessen Teile.

a) Vorrichtungen zum Ein- und Ausströmen des Dampfes.

Hierher gehören alle jene Vorrichtungen, welche zur Leitung und Regulierung des aus dem Kessel in den Schieberkasten strömenden Dampfes dienen. Solche sind die Dampfleitungsröhren, die Absperr- und Drossel-Vorrichtungen u. s. w.

α) Die Dampfleitungsröhren. Bei zahlreichen Lokomobilen werden besondere Dampfleitungsröhren nicht verwendet, sondern es steht bei denselben die Dampfeinströmungsöffnung des Schieberkastens in unmittelbarer Verbindung mit dem Dampfraume des Kessels. Bei anderen Konstruktionen werden besondere Dampfleitungsröhren aus Gußeisen oder aus Kupfer gefertigt; doch sind diese Röhren mit dem Schieberkasten derart zu verbinden, daß sie sich frei ausdehnen können. Eine sehr einfache und vollkommen entsprechende Konstruktion wird erzielt, wenn das eine Ende der Röhren in Stopfbüchsen gelegt wird. Solche

Röhren sind möglichst kurz anzufertigen, oder, falls die Konstruktion dies nicht zulassen sollte, gegen Abkühlung zu bekleiden.

Wo die Dampfleitungsröhre fest an dem Dampfdom oder an den Schieberkasten des Kessels zu befestigen ist, dort wird sie mit einer Flantsche versehen, welche glatt abzudrehen und mit Packung zusammenzufügen ist. Behufs besserer Befestigung des Dichtungsmaterials ist es auch zweckmäßig, in die Flantsche einzelne Furchen zu drehen.

Scholl empfiehlt als Dichtungsmaterial:

Dickgesottenes Leinöl, welches ganz einfach auf die zu verbindenden Flantschen gestrichen wird; dieses Öl breitet sich sodann gleichmäßig auf die ganze Fläche aus und sichert dann bei kleinem Dampfdrucke eine genügend gute Dichtung.

Dichtes und sprödes Minium, auf einen der Ringe messerdick zu schmieren und 2—3 dünne Hanfringe dazwischen zu legen. Bei größerem Dampfdrucke empfiehlt es sich, das Minium statt des Hanfgeflechts auf dünne Ringe aus Kupferdrahtgewebe aufzukneten und 2—3 solcher Ringe zwischen die Flantschen zu legen.

Vulkanisierte Kautschukkissen oder Ringe.

Aus Bleiplatten zusammengedrehte und mit Kitt oder Leinöl abgeriebene Ringe und endlich Kupferringe von 3—4 Millimeter Durchmesser, welche in die ausgebrehten Furchen der Flantschen gelegt werden können.

β) Dampfabsperr- und Drosselvorrichtungen. Im Dampfleitungsrohre oder in einer besonderen Hülse befindet sich die Dampfabsperrvorrichtung, welche die Bestimmung hat, die Dampfkommunikation zwischen Kessel und Cylinder zu ermöglichen, oder dieselbe im Bedarfsfalle möglichst rasch abzusperren. Die Absperrung des Dampfes kann durch Ventile, Schieber und Hähne bewirkt werden.

Eine Ventilabsperrung sehen wir in der Figur 63; daselbst kann der Dampf aus dem Kessel nach Drehung des Handrades F durch

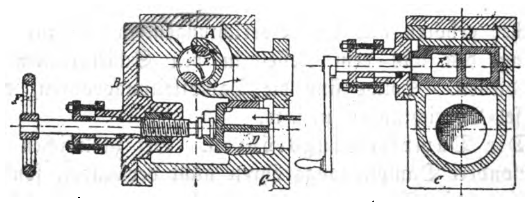


Fig. 63. Fig. 64.

die Öffnungen des Ventils D einströmen. Indessen, da das Ventil den Dampf nicht rasch genug absperrt, bei Lokomobilen aber in gewissen Fällen, so wenn der Riemen abfällt, oder bei sonstigen Betriebsstörungen die möglichst rasche, thunlichst durch einen Griff bewirkbare Absperrung der Dampfeinströmung erwünscht sein kann, so ist es

vorteilhafter, zur Absperrung des Dampfes einen Schieber zu verwenden (s. Fig. 65) oder einen Hahn (s. Fig. 66), welche sich rasch sperren und leicht nachstellen lassen. Ist der Dampf durch die Absperrvorrichtung durchgeströmt, so muß er die Drosselvorrichtung passieren, ehe er in den Schieberkasten gelangt.

Die Drosselvorrichtung dient zur weiteren Regulierung der Dampfeinströmung, zu welchem Behufe ein Drosselventil in dem Dampfleitungsrohre (s. Fig. 65 u. 66) oder ein Drosselhahn wie in Fig. 64 in dem Dampfabsperrventil-Gehäuse angebracht wird. Die Drosselvorrichtung wird immer vom Regulator bewegt; wenn der letztere auf die Schiebersteuerung wirkt, so unterbleibt die Drosselvorrichtung.

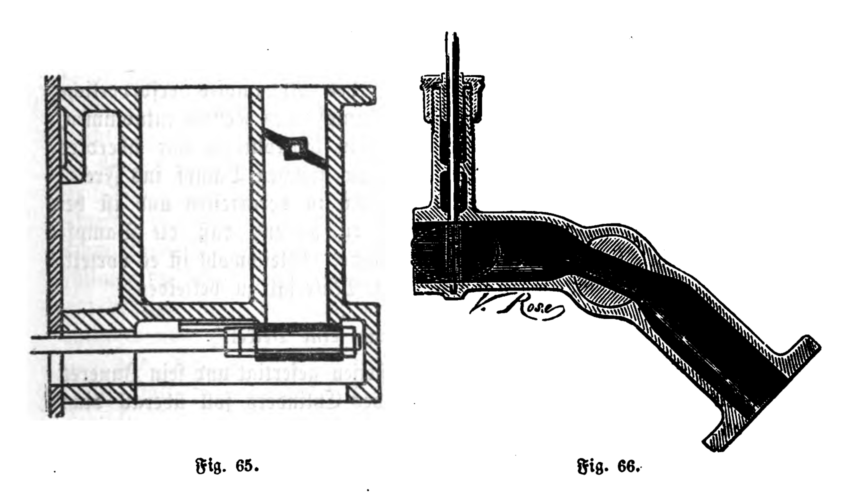


Fig. 65. Fig. 66.

Die Dampfabsperrvorrichtung wird vom Maschinisten gehandhabt und im Falle des Bedarfs möglichst rasch abgesperrt. Geöffnet darf sie jedoch nur vorsichtig werden, da sonst der stürmisch einströmende Dampf viel Wasser mit sich reißen und durch die hervorgebrachten Stöße den Kessel gefährden kann.

Die Dampfabsperr- und die Drosselvorrichtung können ihrer Aufgabe nur dann entsprechen, wenn sie dampfdicht schließen, leicht bewegbar und behufs Nachstellung leicht zugänglich sind. Ob die Drosselvorrichtung dampfdicht schließt, davon können wir uns in der Weise überzeugen, daß wir die Drosselvorrichtung während des Ganges der Maschine mit der Hand abschließen, in welchem Falle die Maschine stillstehen muß. Nicht gut schließende Ventile und Hähne sind nach den bei der Pumpe und den Probierhähnen erteilten Weisungen aufs

neue einzuschleifen, während die Aufrichtung der Dampfabsperrschieber in der bei dem Schieber der Steuerung zu schildernden Weise zu erfolgen hat.

Nachdem der Dampf die Drosselvorrichtung passiert hat, gelangt er in eine Kammer des Dampfcylinders in den sogenannten Schieberkasten, aus welchem ihn in der Regel ein Muschelschieber in den Dampfcylinder und von da nach verrichteter Arbeit durch seine Höhlung in die Dampfableitungsröhre führt. Die üblichen Konstruktionen dieser Schieber werden wir bei der Behandlung der Steuerungen besprechen.

γ) Die Dampfableitungsröhre. Diese Röhre wird häufig in den Dampfraum des Kessels gelegt, wodurch der in der Dampfableitungsröhre verdichtete Dampf abermals verdampft und als trockener Dampf in den Schornstein tritt, daher er weder den letzteren noch die Umgegend verunreinigen wird.

Indessen die zur Neuerwärmung des Abdampfes erforderliche Hitze wird in diesem Falle direkt dem Dampfe des Kessels entnommen, auch ist es schwer die verborgene Röhre zu kontrollieren und überdies leitet dieselbe im Falle ihres Berstens auch frischen Dampf ins Freie; solche Konstruktionen sind daher entschieden zu verurteilen und ist bei der Beschaffung der Lokomobile darauf zu achten, daß die Dampfableitungsröhre sich außen am Kessel befinde. Gleichwohl ist es vorteilhaft, diese Röhre mit wärmeschützendem Material zu bekleiden.

b) Der Dampfcylinder und seine Deckel.

Der Dampfcylinder wird aus Gußeisen gefertigt und sein Inneres ist glatt auszubohren. Das Material des Cylinders soll überall dicht sein und insbesondere im Innern des Cylinders dürfen keinerlei Poren geduldet werden. Sollten solche gleichwohl vorkommen, so sind sie mittelst gußeiserner Nieten zu verstopfen. Schmiedeeiserne Nieten eignen sich nicht zu diesem Zwecke, da sie in der Hitze sich mehr als der gußeiserne Cylinder ausdehnen und daher ihre Spitzen zum Vorschein kommen.

Die beiden Enden des Cylinders werden durch Deckel geschlossen, zu welchem Zwecke die Seitenwände des Cylinders für die Flantschen der Deckel abgedreht sind. Um den Cylinder, wenn er abgenützt ist, aufs neue ausbohren zu können, ohne daß man neue Deckel anfertigen müßte, pflegt man die beiden Enden des Cylinders bis zur Breite des Dampfeingangskanales etwas tiefer auszubohren, wodurch sich auch der Kolben leichter in den Cylinder schieben läßt.

Die Deckel werden in der Regel durch Flantschenschrauben an den Cylinder befestigt. Zwischen die Flantschen ist Packung zu legen, zu welchem Zwecke in Unschlitt getauchtes Hanfgeflecht, Gummiplatten oder Ringe, oder Blei — eventuell Kupferdrähte — be-

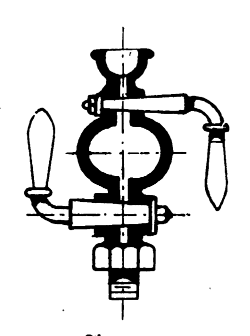
nutzt werden; damit die Packung fester sitze, werden in die Flantschen einzelne Furchen gedreht.

Behufs Einströmung des Dampfes in den Cylinder und behufs Ableitung desselben nach verrichteter Arbeit führen von den beiden Enden des Cylinders Kanäle in den Schieberkasten, beziehungsweise in die Dampfableitungsröhre.

Der diesseitige Deckel des Dampfcylinders ist mit Rücksicht auf die Kolbenstange durchbrochen; diese Öffnung ist dampfdicht abzuschließen, welchem Zwecke die Stopfbüchse dient.

c) Schmier- und Ausblasevorrichtung des Dampfcylinders.

Im Innern des Cylinders bewegt sich der Kolben rasch hin und her und um seine Reibung herabzumindern, muß für hinreichendes Schmiermaterial gesorgt werden. In der Regel wird in der Mitte des Cylinders eine Schmiervase mit 2 Hähnen (Fig. 67) angebracht, welche mit geschmolzenem Talg oder mit Valvolineöl gefüllt wird. Bei der Füllung der Vase muß zunächst der untere Hahn gesperrt werden, da sonst der Dampf das Schmiermaterial ausspritzen würde. Nach der Füllung der Vase wird der obere Hahn abgedreht und durch Öffnung des unteren der Cylinder von Zeit zu Zeit geschmiert.


Fig. 67.

Die Anlage solcher Schmiervasen am Deckel statt in der Mitte des Cylinders ist unzweckmäßig, da hierbei das Schmiermaterial sich nicht gleichmäßig im Cylinder verteilt. Eine Ausnahme bilden die stehenden Cylinder, bei welchen die Schmiervase im oberen Deckel anzubringen ist.

Behufs Ableitung des im Cylinder sich kondensierenden Wassers wird bei horizontalen Cylindern an beiden Enden derselben je ein Wasserableitungshahn in die Deckel befestigt; dieselben sind jedesmal, bevor die Maschine in Gang gesetzt wird, zu öffnen, damit der Dampf das kondensierte Wasser durch dieselben heraustreiben kann. Diese Hähne werden in den tiefsten Teil des Cylinders eingeschraubt und halten in ihrer Mundöffnung ein kleines Wasserableitungsrohr. Die beiden Hähne werden, wie dies in Fig. 68 dargestellt erscheint, durch eine Gelenkstange verbunden, um beide zugleich öffnen und schließen zu können.

d) Die Stopfbüchsen.

Wie bereits erwähnt, wird für die Kolbenstange im Cylinderdeckel, ferner für die Schieberstangen an der Seite des Schieberkastens eine

Öffnung gelassen, welche jedoch dampfdicht verschließbar sein muß,

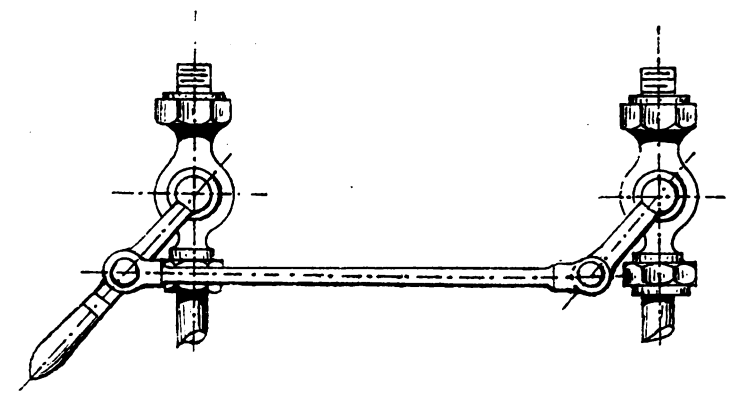


Fig. 68.

damit um die Stangen herum kein Dampf herausströmen könne; hierbei ist aber auch darauf zu achten, daß dadurch die Bewegung der Stangen nicht behindert sei. Der Maschinenteil, welcher diesem Zwecke dient, wird Stopfbüchse genannt.

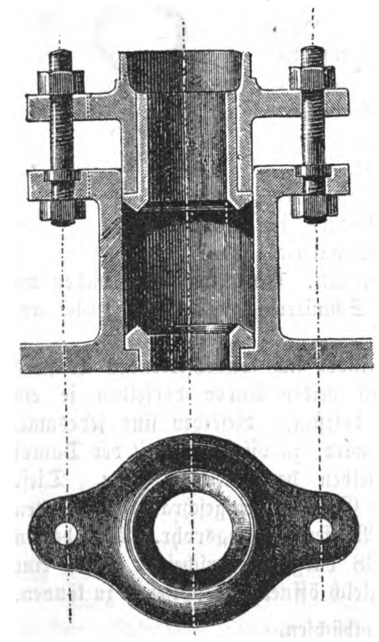


Fig. 69 und 70.

Mit Rücksicht auf ihre Konstruktion besteht die Stopfbüchse (s. Fig. 69 u. 70) in der Regel aus einer aus dem Cylinderdeckel gebildeten, oder auf denselben befestigten Hülse, in welcher mittelst Schrauben eine vorstehende Büchse gedrückt werden kann. In der Stopfbüchse wird die Stange von einem in Talg getauchten Hanfgeflecht oder von einer Baumwollschnur umfangen und durch Einfügung der Büchse kann dieses Geflecht derart zusammengedrückt werden, daß es einen dichten Dampfverschluß bildet.

Die Büchse wird, damit sie die Stangen nicht verletze, mit zwei kurzen ringförmigen Messingfuttern versehen.

Die Schrauben der Stopfbüchse werden im Anbeginn nur schwach angezogen und dürfen erst später, bis die Maschine im Gang ist, die Packung sich gut durchwärmt hat und wir wahrnehmen, daß Dampf durch die Stopfbüchse dringt, nachgezogen werden, doch ist darauf zu achten, daß beide Schrauben gleichmäßig angezogen werden, da wir sonst das Futter schief auf die Stange drücken können, wodurch eine Spannung, eine Erwärmung des Futters und eventuell eine rasche Abnutzung des letzteren verursacht werden kann. Die Packung ist durch das vorhandene Schmierloch hindurch zu schmieren, damit sie nicht austrockne; wenn sie sich abnutzt, oder verbrennt, so ist sie gegen eine neue auszuwechseln.

e) Bekleidung des Dampfcylinders.

Die Kraft des Dampfes kann um so ausgiebiger verwertet werden, je besser der Cylinder gegen Abkühlung geschützt wird; ja es ist sogar zweckmäßig, den im Cylinder wirkenden Dampf neu zu erwärmen, damit auch das Wasser, das er mit sich gerissen, verdampft und Arbeit verrichten kann. Zu diesem Zwecke pflegt man den Dampfcylinder nicht allein mit einem schlechten Wärmeleiter, einem wärmeschützenden Mantel, sondern auch mit einer Dampfbekleidung, einem sogenannten Dampfmantel, zu umgeben. In solchem Falle bildet der innere Dampfcylinder in der Regel einen Teil für sich; in den äußeren Cylinder eingeschoben, liegt er darin mit seiner Flantsche eng auf, oder es wird die Berührungsfläche eventuell mittelst Metallringes verdichtet.

Zwischen dem Cylinder und der Hülle verbleibt ungefähr 10 mm Zwischenraum, welchem der frische Dampf aus dem Schieberkasten oder unmittelbar aus dem Kessel zugeführt werden kann; das kondensierte Wasser aber kann vom äußeren Cylinder im Wege eines Hahnes abgelassen werden.

Die beste Dampfbekleidung des Cylinders wird bewerkstelligt, wenn derselbe, wie bei den Konstruktionen von R. Wolf in den Dampfdom, oder wie bei Hornsby in den Dampfraum des Kessels verlegt wird.

f) Anlage des Dampfcylinders auf dem Kessel.

Der Dampfcylinder wird auf dem Kessel, bei liegenden Lokomobilen fast durchweg in der Mitte des Kessels oder aber, damit das Schwungrad tiefer gelagert werden könne, ein wenig seitwärts angebracht.

Bei einer zweckmäßigen Anlage des Cylinders sind sämtliche Teile desselben leicht zugänglich und leicht zu handhaben.

Zweicylindrige Maschinen sind stets in der Mittellinie des Kessels anzubringen und pflegt man bei solchen statt eines großen Schwungrades deren zwei kleinere an je einer Seite der Maschine anzuwenden.

2. Kolben mit Kolbenstange.

Der Kolben bewegt sich im Dampfcylinder hin und her, doch darf er hierbei den Cylinderdeckel nicht berühren; es hat daher zwischen dem äußersten Stande des Kolbens und dem Deckel des Cylinders noch immer ein Zwischenraum von einigen Millimetern zu verbleiben. An der einen Seite des Kolbens befindet sich frischer, an der anderen müder Dampf. Der frische Dampf darf natürlich nicht an der Seite des Kolbens in den anderen Teil des Cylinders hinüber entweichen, da er sonst ohne Arbeit ins Freie strömen und dadurch einen Verlust verursachen würde. Der Kolben hat denn auch dampfdicht die Wände des Cylinders zu schließen, ohne dieselben jedoch allzusehr zu drücken, da die hierdurch entstehende Reibung Arbeitsverluste und wesentliche Abnutzung zur Folge haben würde.

Der Kolben besteht in der Regel aus zwei auf einander schließenden Deckeln, zwischen welche behufs Verdichtung Ringe gelegt werden. Da der Kolben sich an der Cylinderwand reibt, so ist es zweckmäßig, die Kolbenringe aus weicherem Material als den Cylinder anzufertigen, damit lieber jene sich abnutzen, da die Ringe leichter und mit geringeren Kosten repariert und ausgewechselt werden können. Entsprechende Ringe können aus weichem Gußeisen oder aus Bronze hergestellt werden.

Nachdem die Verdichtungsringe von allen Seiten abgedreht und geglättet worden sind, werden sie gespalten und ihre Stirnseiten behufs besserer Verdichtung mit Schmirgelpulver poliert. Bei Anwendung zweier Verdichtungsringe, dürfen die Abteilungen nicht hintereinander liegen, damit hier kein Dampf durchströmen könne.

Die Verdichtungsringe werden entweder durch ihre eigene Elastizität oder aber durch Spannringe und Federn an die Cylinderwand gedrückt.

Eine sehr verbreitete Konstruktion ist in Fig. 71, 72 u. 73 dargestellt, wo die Verdichtungsringe aa durch den Spannring b und die Stahlfeder c auseinandergehalten werden; die kleine Schraube d verhindert die Verschiebung der Ringe. Die dampfdichte Verbindung der beiden Deckel des Kolbens wird durch die im Kolbenkörper befindlichen Schraubenmuttern g und durch die Schraubenspindeln h des Deckels bewirkt. Indessen durch dieses Zusammenpressen darf die Beweglichkeit der Ringe nicht beeinträchtigt werden. Die Zurückdrehung der Ver-

bindungsschrauben wird durch die eingelegte Platte i verhindert, welche durch kleine Schrauben an den Deckel befestigt ist.

Hat sich die Stahlfeder gelockert, so kann sie herausgenommen und durch Behämmerung gedehnt werden, wodurch sie die Verdichtungs-

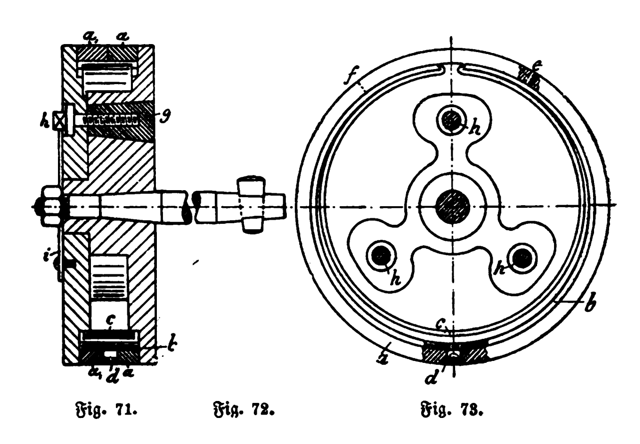


Fig. 71. Fig. 72. Fig. 73.

ringe auseinanderspannen wird. Die Verdichtungsringe sollen nicht öfter als unbedingt notwendig, herausgenommen werden, da die auf ihnen und dem Cylinder entstandenen Längsfurchen bei der Zurücklegung sich nicht wieder ineinander fügen lassen. In solchen Fällen sind die Ringe auszuwechseln und der Cylinder nachzubohren.

Bei dem im Oberteile der Fig. 74—80 links dargestellten Kolbenteile kann die Stahlfeder c durch die Stellschraube E aufs neue gespannt werden, während bei der rechts skizzierten Konstruktion der mittlere Ring entfällt und der Keil F unmittelbar die Dichtungsringe auseinander drückt.

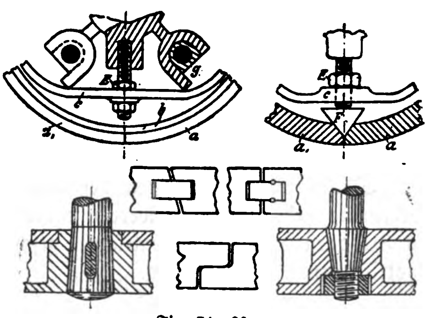


Fig. 74—80.

Von einfacherer Konstruktion ist der in Fig. 81 dargestellte Kolben, bei welchem die in einander gefügten Ringe behufs größerer Elastizität, an der Stelle der Abteilung dünner als an der entgegengesetzten Seite gehalten sind, demzufolge die Elastizität der Ringe

den dampfdichten Verschluß bewirkt. Bei diesen Kolben paßt die Schraubenmutter der Kolbenstange zugleich die Deckel des Kolbens zusammen. Ein Nachteil dieser Konstruktion ist, daß der äußere Spannring bei seiner großen Breite kaum dampfdicht schließen wird, und eine Schraubenmutter eine hinreichende gleichmäßige Zusammenziehung kaum ergeben kann; daher auch diese Konstruktion nur bei kleinem Durchmesser am Platze ist.

Ganz ohne Spannringe wird der in Fig. 82 dargestellte Kolben angefertigt, dessen Deckel B auf der erweiterten Nabe des Kolbens dampfdicht aufliegt. Die Spannringe C C_1, aus weichem Gußeisen von ungleicher Dicke gearbeitet und an ihren dünnsten Stellen schief durchschnitten, dehnen sich, auch wenn abgenutzt, aus, und sichern lange genug eine gute Ver-

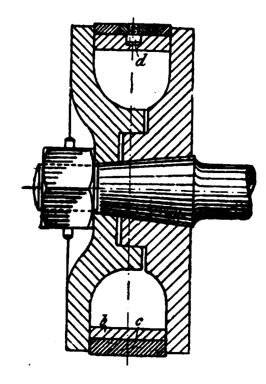


Fig. 81.

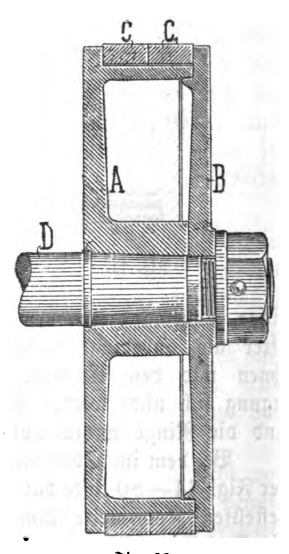


Fig. 82.

dichtung. Nach erheblicher Abnutzung sind sie jedoch durch neue zu ersetzen.

Wollen wir die Spalten der verschiedenartigen, hier dargestellten Kolbenringe verdichten, so werden die Ringe nach einer, der in Fig. 74 bis 80 dargestellten Konstruktionen geschlossen und sind hier die Einlagsteile genau einzuschleifen.

* * *

Der Verschluß der Kolbenringe kann mittelst Dampfes in der Weise geprüft werden, daß wir die Kurbel an einen ihrer toten Punkte bringen, in den Schieberkasten Dampf einströmen lassen und den Wasserablaßhahn an der dem Kolben entgegengesetzten Seite öffnen; der Kolben wird dampfdicht schließen, wenn hier kein Dampf herausströmt.

Strömt hier jedoch Dampf heraus, so nehmen wir den hinteren Deckel des Dampfcylinders ab und schieben den Kolben auf die entgegengesetzte Seite hinüber. Sodann schmieren wir die innere Fläche des abgekühlten Cylinders mit Talg, lassen den Kolben etliche Mal hin- und hergehen und untersuchen, ob er den Talg gleichmäßig abgerieben hat. An Stellen, wo der Talg auf dem Cylinder geblieben, schließen die Ringe schlecht, oder der Cylinder ist abgenutzt.

* * *

Der Querschnitt der Kolbenstange ist kreisförmig; ihr Material Schmiedeeisen oder Stahl. Zu ihrer Befestigung wird sie zuweilen unmittelbar in die Nabe des Kolbens geschraubt und gegen Zurückdrehung an ihrem Ende ein wenig übernietet, oder aber es ist an der Peripherie der Schraubenstange eine kleine Schraube halb in dem Kolben, halb in den Stangenkörper gedreht. Häufiger ist das Ende der Stange konisch in den Kolben gefügt und mittelst einer Schraubenmutter befestigt, deren Zurückdrehung durch einen in der Querrichtung durchgreifenden Bolzen verhindert wird (s. Fig. 82.) In diesem Falle wird für die Schraubenmutter in dem Cylinderdeckel eine entsprechende Versenkung angelegt, oder es wird dieselbe in die Nabe des Kolbens vertieft (s. Fig. 80). Zuweilen bildet das Ende der Kolbenstange einen verkehrten Kegel und wird alsdann mittelst Keils an den Kolbenkörper gedrückt; es ist ferner üblich, das Ende des gewöhnlichen Kegels zu übernieten und gegen Verdrehung durch einen durch die Mitte reichenden Bolzen zu sichern.

Es ist Sache der guten Verbindung, daß die Kolbenstange in der Nabe sich nicht von selbst lockeren kann.

3. Kreuzkopf und Geradführung.

Jener Teil der Kolbenstange, welcher mit der Pleuelstange verbunden wird, ist der Kreuzkopf. Dieser bildet, wie Fig. 83 und 84 zeigen, eine Hülse B behufs Aufnahme der Kolbenstange A, während die Pleuelstange den in der Höhlung des Kreuzkopfes angebrachten Zapfen D umfängt; zuweilen wird die Kolbenstange gabelförmig mit den aus dem Kreuzkopfe zu beiden Seiten hervorstehenden Zapfenenden verbunden.

Das Ende der Kolbenstange wird konisch hergestellt und nachdem es in die entsprechende Hülse des Kreuzkopfes genau eingefügt worden, mittelst Keiles an dieselbe gebunden.

Der zur Aufnahme der Pleuelstange dienende Zapfen wird bei dem in Fig. 85 und 86 dargestellten Kreuzkopfe derart angefertigt, daß sein im Kreuzkopfe aufliegendes Ende konisch ist und mit Hilfe einer Schraubenmutter stark in den Kreuzkopf geklemmt werden kann;

in diesem Falle wird die Schraubenmutter durch einen kleinen Bolzen oder durch Aufbiegung eines Teiles der Unterlagsscheibe gegen Zurückdrehung geschützt. Bei der in Fig. 83 dargestellten Konstruktion wird der cylindrische Zapfen einfach durch die Bohrung des Kreuzkopfes

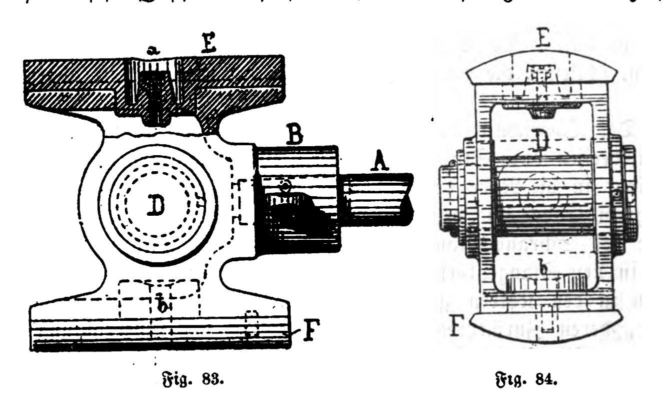


Fig. 83. Fig. 84.

hindurchgesteckt und durch einen an der betreffenden Stelle befindlichen Bolzen befestigt.

* * *

Der Kreuzkopf wird teils durch den Kolben, teils durch die Stopfbüchse des Dampfcylinders gerad geführt; indessen, da je nach den verschiedenen Richtungen, in welchen sich die Bewegung der Pleuelstange vollzieht, verschiedenartige biegende Kräfte auf den Kreuzkopf einwirken, so muß derselbe in seinem Gange auch durch eine entsprechende Ge-

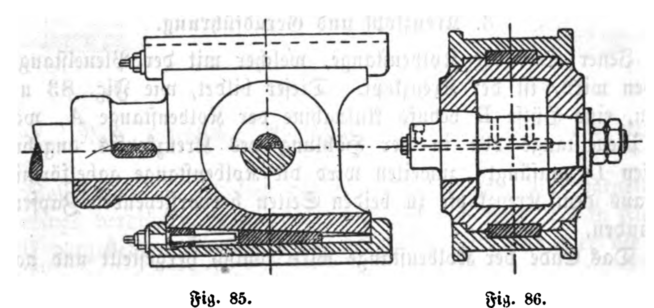


Fig. 85. Fig. 86.

radführung gestützt werden. Die Geradführung des Kreuzkopfes kann durch glatte, runde oder konkave Führungsschienen bewirkt werden, welche parallel zur Kolbenstange gelegt werden und auf welchen der Kreuzkopf sich mittelst besonderer Gleitbacken bewegt. Diese

letzteren werden entweder aus einem Stück mit dem Kreuzkopfe, oder richtiger aus besonderen Teilen hergestellt, welche je nach dem Grade der Abnutzung mittelst Keils oder Schraube nachgestellt werden können (s. Fig. 85).

In Bezug auf das Material dieser Bestandteile der Geradführung sei bemerkt, daß wenn Schmiedeeisen auf Schmiedeeisen gleitet, die beiden Flächen einander ritzen, daher eine solche Kombination zu vermeiden sein wird; zweckmäßiger ist es, Metall auf Gußeisen, oder Gußeisen auf Gußeisen gleiten zu lassen, es ist übrigens auch gebräuchlich, die Backen mit Komposition auszufüttern.

Zu bemerken ist ferner, daß große Gleitflächen stets vorteilhafter als kleine sind, da die Abnutzung bei jenen eine geringere ist; so nutzt sich eine Konstruktion, bei welcher der Kreuzkopf nur durch eine Führungsschiene geradgeführt wird, infolge seiner kleinen Reibungsfläche rasch ab, läßt demnach einen großen Druck auf die Stopfbüchse des Dampfcylinders zu, welche denn auch alsbald gleichfalls abgenutzt wird.

Zum Schmieren der Gleitflächen wird die Schmiervorrichtung an der Führungsschiene angebracht und zwar ist dieselbe stets in halben Hube des Kreuzkopfes zu plazieren; zur Aufnahme des abtropfenden Öles sind an den Enden der unteren Führungsschienen Vertiefungen anzubringen. Zum Schmieren darf nur reines Maschinenöl verwendet werden; die gleichmäßige Ölung ist in der bei den Wellenlagern zu erörternden Weise vorzunehmen und zu kontrollieren.

4. Die Hauptwelle und ihre Lager.

Die Hauptwelle der Lokomobile wird in der Regel gekröpft hergestellt, in welchem Falle sie gekröpfte Welle genannt wird. Die Bewegung der Hauptwelle wird mittelst Excenters auf die Pumpe und auf den Schieber, mittelst des Schwungrades aber auf die Arbeitsmaschine übertragen. Da nun diese Kräfte die Hauptwelle abzubiegen und zu verdrehen trachten, so muß dieselbe aus vorzüglichem Stahl, oder aus bestem Schmiedeeisen hergestellt und für deren entsprechende Stützung durch Lager gesorgt werden.

Bei kleineren Lokomobilen genügen in der Regel zwei Lager, während die Hauptwelle von Lokomobilen mit zwei Cylindern zumeist von drei Lagern getragen wird; allerdings ist dies keine glückliche Anordnung, da in diesem Falle die Welle selten gleichmäßig in allen Lagern aufliegt, was die Erhitzung des einen oder des anderen Lagers verursacht; diesem Übel wird abgeholfen, indem man die Deckelschrauben des mittleren Lagers nicht so fest, wie diejenigen der Seitenlager anzieht.

Die Lager haben derart konstruiert zu sein, daß sie die freie Umdrehung der Welle gestatten, allein die Bewegung der Welle in

ihrer Axenrichtung verhindern. Dieses Verrücken der Welle wird am zweckmäßigsten nur bei einem Lager verhindert, da sonst die Welle, wenn sie sich erhitzt, sich nicht auszudehnen vermag, infolge dessen sich an die Lager drückt und dieselben beschädigt. Die besagte Verrückung der Hauptwelle wird am besten dadurch verhindert, daß man auf dieselbe an beiden Enden des einen Wellenlagers Ringe setzt.

An dem vollkommen ausgebildeten Lager, wie ein solches in Fig. 87 dargestellt ist, unterscheiden wir die in der Regel aus Messing verfertigte Lagerschale oder Büchse, dann den gußeisernen Lagerkörper, welcher sich aus Lagersohle und Lagerdeckel zusammensetzt, und endlich die verbindenden Teile.

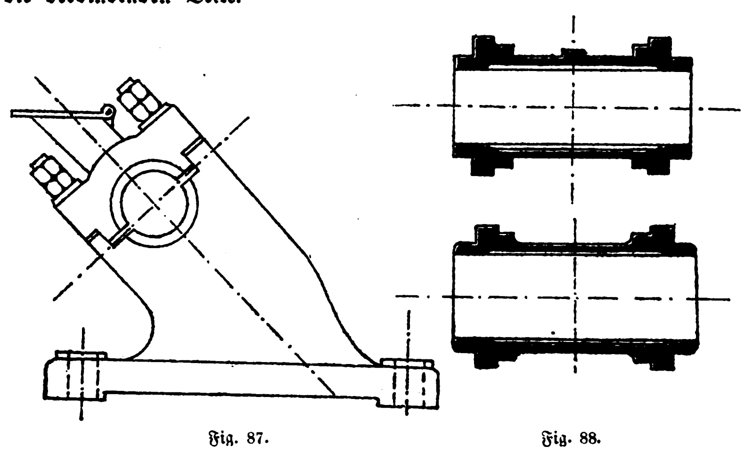


Fig. 87. Fig. 88.

Abweichend von dieser Konstruktion ist diejenige des in Fig. 89 abgebildeten Lagers, dessen Büchse aus drei Teilen besteht, deren jedes sich nach Bedarf nachstellen läßt. Der mit D bezeichnete Bodenteil kann nämlich durch den Keil A gehoben werden, zu welchem Zwecke bloß die Schraube C gelöst, die Schraube B aber angezogen zu werden braucht, worauf der Keil A in der Richtung des gezeichneten Pfeiles vorwärts dringt, und den unteren Lagerteil hebt. Die beiden Seitenlagerschalen können durch Einlagen nachgestellt werden.

Die Lagerschale ist deshalb aus Metall herzustellen, weil die stählerne oder schmiedeeiserne Welle auf Metall leichter als auf Eisen geht, da in diesem Falle die Reibung eine geringere ist. Die Lagerschalen werden zumeist aus Kupferlegierung hergestellt, seltener mit Komposition ausgefüttert. Die Lagerschale liegt im Lagerkörper entweder mit eckiger oder mit cylindrischer Fläche auf, im letzteren Falle wird die Verdrehung der Schale durch einen im Boden befindlichen

Dorn verhindert. Die Verrückung der Schale nach ihrer Längenrichtung wird durch Flantschen hintangehalten. Die Schalen sind derart in den Lagerkörper zu fügen, daß sie bei ihrer Erwärmung sich frei ausdehnen können, ohne sich an die Welle zu stauen. Aus diesem Grunde wird nur die in dem Unterteil des Lagers kommende halbe Schale fest eingefügt, während von der Seitenwand der oberen Schale so viel abgefeilt wird, als sie braucht, um sich im Deckel ein wenig bewegen zu können. Damit die Schalen bei ihrer Zusammenpressung nicht auf die Welle drücken, wird zwischen die beiden Schalen häufig auch Einsatz gelegt, oder es werden die zusammenreichenden Ecken der Schalen abgefeilt, wie dies eben auch in Fig. 88 ersichtlich gemacht ist.

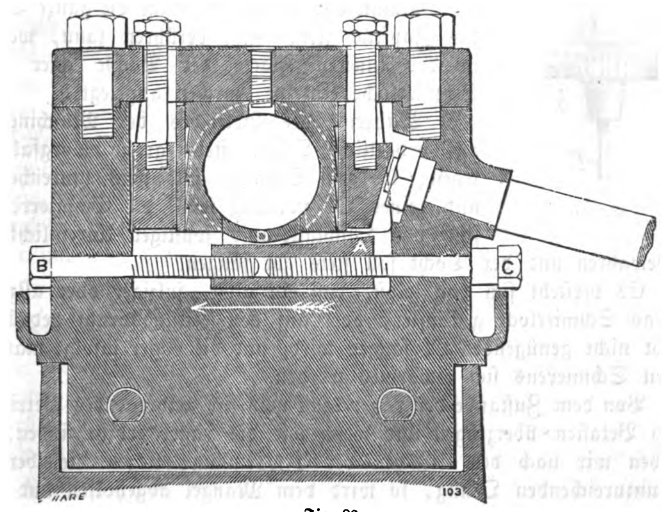


Fig. 89.

Zum Schmieren der Lagers kommt auf dessen Deckel eine Schmiervorrichtung, aus welcher eine Schmierröhre oder bei breiten Lagern deren zwei zur Welle führen. Zum Schmieren wird nur reines Maschinenöl verwendet, welches durch den in den Schmierröhren befindlichen Docht unmittelbar zwischen die Welle und die Schale geleitet wird.

Von verschiedenen Arten Maschinenöl wird das beste durch eine einfache Probe auserwählt, indem man von allen Sorten ein wenig auf eine schiefe Eisenplatte tropfen läßt; das beste Öl wird das flüssigste sein, d. h. dasjenige, welches in seinem Abflusse den längsten Streifen nach sich zieht.

Der Abfluß des Öles, oder das Schmieren wird reguliert, indem wir den Docht mehr oder minder fest flechten und mehr oder weniger Fäden in das Öl hängen lassen.

Zuweilen werden auch dochtlose Schmierbüchsen verwendet, bei welchen, wie Fig. 90 zeigt, das gestürzte Glas a mit Öl gefüllt, und mit dem Holzpfropf b verschlossen wird. Der Propf ist mit einem kleinen Messingrohre gefüttert, worin der Draht c sich auf- und nieder bewegen kann. Dieser Draht liegt auf der Welle auf und bewegt sich während dessen Drehung beständig, läßt daher hauptsächlich während des Ganges der Maschine Öl auf dieselbe fließen.

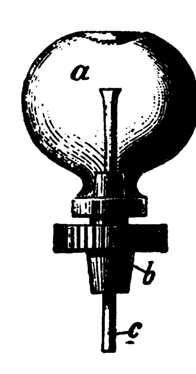


Fig. 90.

Ferner kann auch Maschinenfett in gänzlich verschließbare Büchsen gelegt und durch eine schwere Platte an das Wellenlager gedrückt werden.

Damit das Schmiermaterial die ganze Breite des Zapfens gleichmäßig berühren kann, werden in der inneren Fläche der Büchse quer vom Schmierloche einzelne Furchen angelegt.

Während des Betriebes der Maschine ist auf ordentliche Ölung stets große Sorgfalt zu legen; in dem Ölhälter soll stets hinreichendes und reines Öl vorrätig sein, die Schmierröhren sind von Ölschlacke und sonstigen Unreinlichkeiten zu bewahren und der Docht soll stets gut saugen.

Es versteht sich von selbst, daß ein alter, sulziger oder allzufest in das Schmierloch gestopfter, oder auf den Leitungsdraht gedrückter Docht nicht genügendes Öl saugen wird, und die Lager infolge mangelhaften Schmierens sich erwärmen werden.

Von dem Zustande der Lager kann man sich während des Betriebes durch Betasten überzeugen und wenn wir die Lager erhitzt finden, so forschen wir nach den Ursachen der Erwärmung; liegen dieselben in der unzureichenden Ölung, so wird dem Mangel abgeholfen und das vielleicht stark erhitzte Lager mit Wasser gekühlt. Ist aber das Lager in dem Maße erhitzt, daß die Hand die Hitze nicht mehr erträgt, so kann nicht mehr mit Öl gekühlt werden, da der aus dem Öl sich bildende Dampf dessen Abfluß verhindert; auch mit Wasser darf jedoch in solchem Falle nicht mehr gekühlt werden, da hierdurch das Lager bersten kann. In diesem Falle ist eben der Betrieb einzustellen, das Lager gründlich zu untersuchen und aufs neue zu glätten.

Nebst der unzulänglichen Ölung kann die Erwärmung des Wellenlagers auch durch den Umstand verursacht werden, daß die Welle sich in ihren Lagern spießt; dies kann eintreffen, wenn die Schalen allzusehr zusammengepreßt, wenn sie aus ihrer Richtung verrückt werden, wenn die Hauptwelle ein wenig verbogen ist, oder wenn der allzusehr gespannte Treibriemen sie einseitig an die Schalen drückt, die Welle

auf zu kleiner Fläche aufliegt und endlich wenn die Reibungsflächen nicht vollkommen glatt sind.

Die durch unrichtiges Aufliegen verursachten Ritzungen sind daran zu erkennen, daß in dem niedertropfenden Öl feine Metallteilchen enthalten sind.

Bei der Neupolierung der Schalen wird die Achse mit feiner Miniumschicht beschmiert, und die Schale auf der letzteren mit gleichmäßigem Drucke hin- und hergedreht. Diejenigen Teile der Schale, auf welchen sich Minium zeigt, werden abgefeilt, poliert und das Minium mittelst scharfen Krätzers entfernt, bis nach wiederholten Proben die Schale auf ihrer ganzen Fläche gleichmäßig aufliegt.

Wenn die Schalen abgenutzt sind, so können sie mittelst der Deckelschrauben wieder auf die Welle gedrückt werden, doch ist darauf zu achten, daß die Schrauben gleichmäßig und nicht allzufest angezogen werden. Bei größeren Abnutzungen sind die aufeinander aufliegenden Seiten der Schalen, beziehungsweise auch die Einlagen entsprechend abzufeilen, damit die Schalen sich wieder an die Welle schmiegen. Selbstverständlich sind die einander reibenden Teile vor Staub und Schmutz zu bewahren, zu welchem Zwecke es anzuraten ist, an die Seiten der Lagerschalen Filzlappen zu legen, welche von dem Lagerkörper und von dem Deckel umschlossen werden.

5. Die Pleuelstange (Lenkstange).

Die Pleuelstange fungiert als Vermittlerin zwischen der Kolbenstange und der Kurbel der Hauptwelle, indem sie die gerade Wechselbewegung des Kolbens aufnimmt, und dermaßen auf die Hauptwelle überträgt, daß die letztere in drehende Bewegung gerät. Zu diesem Zwecke ist das eine Ende der Pleuelstange gelenkartig mit dem Kreuzkopfe verbunden und bewegt sich mit dem letzteren in gerader Richtung hin und her, während das andere Ende den Zapfen der Kurbel lagerförmig umfaßt und mit demselben sich im Kreise dreht. Während dieser schwingenden Bewegung der Pleuelstange wirken Kräfte von verschiedener Richtung auf dieselbe ein; die Pleuelstange wird denn auch aus entsprechend starkem Schmiedeeisen oder Stahl, seltener aus schmiedbarem Gußeisen verfertigt, in der Mitte aber etwas stärker hergestellt.

Diejenigen Teile der Pleuelstange, mit welchen dieselbe den Kreuzkopf und die Kurbel faßt, werden Pleuelstangenköpfe genannt und werden aus einem Stücke mit der Stange verfertigt, oder aber sie bilden besondere Teile und werden mittelst Schraube oder Keiles mit der Stange verbunden. Der Pleuelstangenkopf kann von offener oder geschlossener Konstruktion sein. Da ein geschlossener Pleuelstangenkopf nicht auf den Kurbelzapfen der gekrümmten Welle geschoben werden kann, so ist dieser

Kopf der Pleuelstange stets ein offener, während der den Zapfen des Kreuzkopfes umfassende Kopf offen, oder geschlossen sein kann.

Da die Stangenköpfe sich um Zapfen bewegen, so sind die letzteren behufs Herabminderung der Reibung in der Regel mit Metallschalen zu umfangen und ist für deren entsprechende Ölung zu sorgen. Diese Schalen sind derart in den Stangenkopf zu fügen, und erheischen überhaupt genau dasselbe Gebahren, wie die Lagerschalen. Wenn diese Schalen abgenutzt sind, so sind sie gleichfalls nachzustellen, zu welchem Zwecke die Stangenköpfe mit entsprechender Stellvorrichtung zu versehen sind, so mit Schrauben, Keilen, eingelegten Platten, Einlagen u. s. w.

Selbstverständlich darf aber die Gesamtlänge der Pleuelstange, d. i. die gegenseitige Entfernung der Mittelpunkte der beiden Stangenköpfe nicht verändert werden, da sonst der Kolben entweder der Haupt-

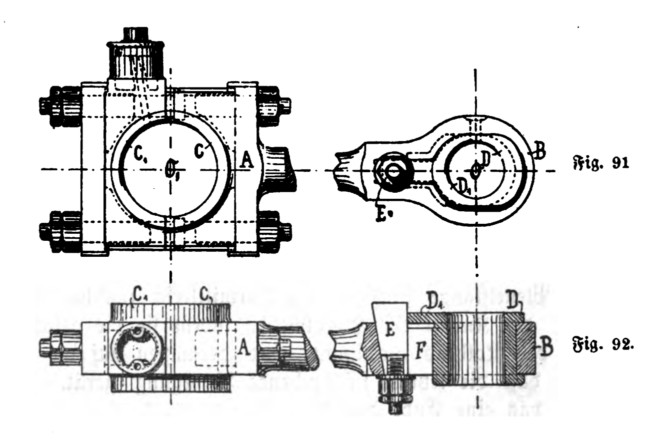


Fig. 91

Fig. 92.

welle näher gezogen, oder von derselben abgedrängt wird, daher er dem einen Cylinderdeckel allzunahe kommen könnte. Bei der Nachstellung der Schalen ist denn auch darauf zu achten, daß die ursprüngliche Länge der Pleuelstange unverändert bleibe, d. h. daß der eine Stangenkopf um so viel verlängert werde, als der andere durch Zusammenziehung der Schalen gekürzt wurde.

Diesen Anforderungen entspricht vollkommen die in Fig. 91 und 92 abgebildete Pleuelstange, deren Ende A flach geschmiedet ist, und mittelst zweier Schrauben den lagerförmigen Stangenkopf trägt, in welchem die Lagerschalen C und C_1 liegen. Die Schmiervorrichtung ist mit zwei Schmierröhrchen versehen und mittelst Deckel schließbar. Das Ende B der Pleuelstange bildet eine geschlossene Höhlung, in welcher sich die Lagerschalen D und D_1 befinden, die im Bedarfsfalle

sich durch den Keil E nachstellen lassen, zur Sicherung des Keiles dienen zwei Schraubenmuttern. Wie aus der Beobachtung der Figur leicht ersichtlich, wird durch die Abnutzung und Nachstellung der Schalen das Ende A der Pleuelstange gekürzt, doch kann sie um so viel bei B verlängert werden.

Einigermaßen abweichend von dieser Konstruktion ist die in Fig. 93 und 94 skizzierte Pleuelstange, deren Ende A zugleich das untere Ende des offenen Kopfes bildet und bei welcher die Schrauben lediglich die Metallschalen und den Deckel zusammendrücken. Die Metallschalen C und C_1 sind gegen Verdrehung mit Leisten versehen, welche in die in den Kopf gehobelten Nuten passen. Das Ende B der Pleuelstange ist gleichfalls offen, und die Metallschalen werden mit der Stange durch den mit G bezeichneten U-förmigen Bügel verbunden. Der Bügel

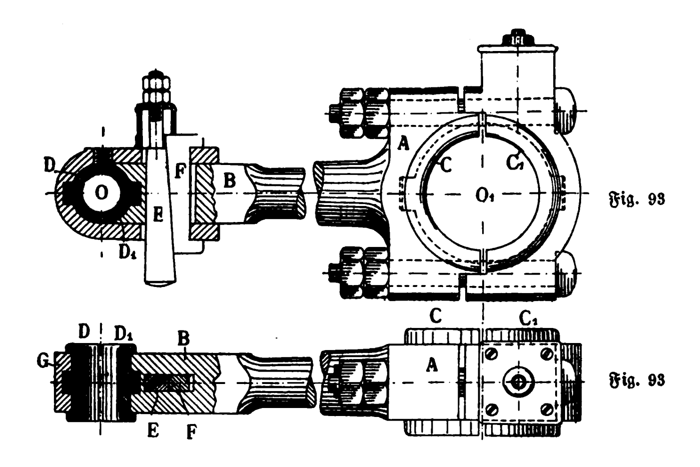


Fig. 93

Fig. 93

wird durch den Keil F gefaßt, und kann durch den Keil E angezogen werden, welch letzterer gegen Lockerung gleichfalls durch zwei Schraubenmuttern gesichert ist.

Da bei der dargestellten Konstruktion durch Nachstellung der Schalen der Mittelpunkt O auf der Stange abgedrängt wird, wir aber O_1 gegen die Stange zu ziehen, so kann die ursprüngliche Länge stets leicht eingehalten werden.

6. Die Kurbel.

Die Kurbel dient in der Regel dazu, durch Vermittlung der Pleuelstange die in gerader Richtung wechselnde Bewegung in drehende Bewegung, oder umgekehrt: die drehende Bewegung in hin- und her-

gehende gerade Bewegung umzusetzen. Die Länge der durch das geradgeführte Ende der Pleuelstange einmal beschriebenen Bahn wird der Hub genannt; wollen wir diese Bewegung in Kreisbewegung umsetzen, so muß der Kurbel-Radius, d. i. die Entfernung des Mittelpunktes des Kurbelzapfens vom Mittelpunkte der Hauptwelle just auf die halbe Länge dieses Hubes angelegt werden. Und umgekehrt vermag die Kurbel durch ihre Umdrehung das geradgeführte Ende der Pleuelstange auf die zweifache Länge ihres Radius hin- und herzubewegen.

Die Kurbel empfängt ihre Bewegung vom Schube und vom Zuge der Pleuelstange. Indessen diese Triebkraft ist nie eine gleichmäßige, sie wird vielmehr immer eine größere oder geringere sein. So ist die Triebkraft am größten, wenn die Kurbel etwa vertikal zur Richtung der geraden Bewegung steht; völlig erliegt dagegen die Triebkraft, wenn die Kurbel eine Fortsetzung der geraden Bewegung bildet, denn in diesem Falle kann die Pleuelstange sie weder weiterschieben, noch an sich ziehen, sondern durch ihre Kraft nur Stöße bewirken, welche durch die Lager der Hauptwelle aufgenommen werden.

Jene Stellung der Kurbel, in welcher sie mittelst der ihr von der Pleuelstange übertragenen Kraft sich nicht weiter zu bewegen vermag, wird toter Punkt genannt; und es ist selbstverständlich, daß auf anderer Seite eine Kurbel in dieser ihrer toten Lage nicht im stande sein wird, Kraft auf die Pleuelstange zu übertragen.

Da die mit der Pleuelstange verbundene Kurbel sich nur so drehen kann, wenn sie an einem Ende frei ist, so kann eine eigentliche Kurbel nur am Ende der Welle angebracht werden, während an den inneren Teilen der Welle nur die gekröpfte Welle oder ein Excenter als Kurbel funktionieren kann. Wir unterscheiden demnach:

a) Stirn- und Gegenkurbel.
b) Gekröpfte Wellen.
c) Excenter.

a) Stirn- und Gegenkurbel.

Die Stirnkurbel bilden eine Scheibe oder nur einen Arm, welche an das Ende der Welle verkeilt sind, oder zumal bei kleineren Maschinen, wenn sie armförmig gefertigt sind, auch aus einem Stück mit der Welle geschmiedet werden können (s. Fig. 95). Die scheibenförmige Kurbel wird schlechtweg auch Scheibenkurbel genannt. Der Zapfen wird aus einem Stück mit der Kurbel hergestellt, oder in die konische Bohrung der Scheibe oder des Arms einpoliert und mittelst Schraube oder Keil verbunden.

Wird auf den Zapfen der Stirnkurbel eine zweite, zumeist kleinere Kurbel angebracht, so wird die letztere Gegenkurbel genannt. In

solchen Fällen wird, wie Fig. 96 zeigt, die Gegenkurbel zumeist aus einem Stück mit dem Zapfen der Stirnkurbel gefertigt und in den Stirnkurbelarm befestigt.

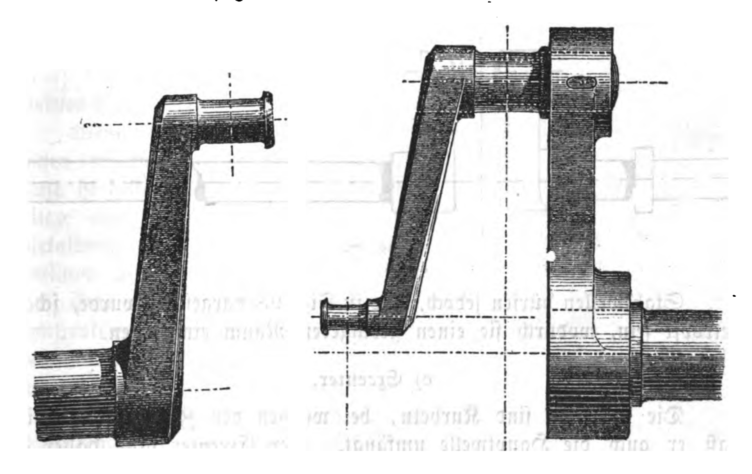


Fig. 95. Fig. 96.

Die Stirn- und die Gegenkurbeln werden bei Lokomobilen selten angewendet; dieselben dienen höchstens zum Treiben des Schiebers und der Pumpe, wozu sie sich jedenfalls besser als die Excenter eignen, weil ihre Reibung eine geringere ist.

b) Gekröpfte Wellen.

Die gekröpfte Welle ist gleichbedeutend mit der Hauptwelle, denn jede Hauptwelle wird zugleich gekröpfte Welle genannt, wenn sie zur

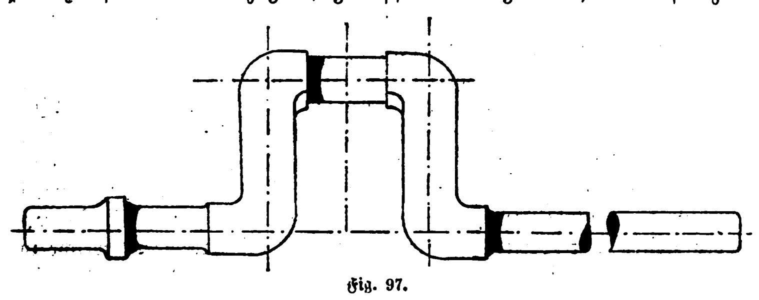


Fig. 97.

Aufnahme der Pleuelstange gekröpft verfertigt wird. Je nachdem auf der Lokomobile sich ein oder zwei Dampfcylinder befinden, ist auch die

Hauptwelle einmal oder zweimal gekröpft. Die Kröpfung der schmiedeeisernen Hauptwelle (s. Fig. 97) darf nicht scharfkantig sein, da sonst die Fasern des Eisens reißen und die Welle geschwächt wird.

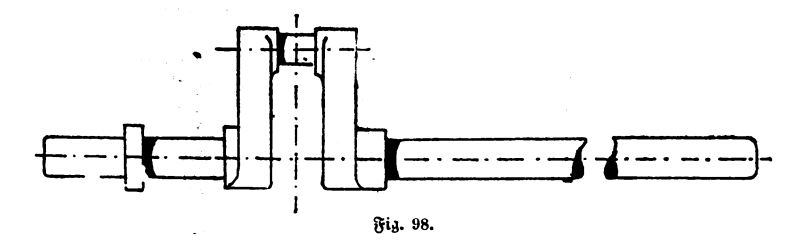


Fig. 98.

Stahlwellen dürfen jedoch, wie in Fig. 98 dargestellt wurde, scharf gekröpft sein, wodurch sie einen geringeren Raum einnehmen.

c) Excenter.

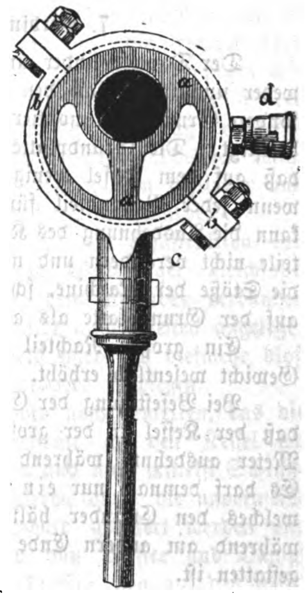
Die Excenter sind Kurbeln, bei welchen der Zapfen so dick ist, daß er auch die Hauptwelle umfängt. Der Excenter kann daher an jeglichem Teile der Welle angewendet werden, ohne daß die Welle durch Kröpfung geschwächt zu werden brauchte; nur wird durch den verdickten Zapfen die Reibung eine größere, als bei den gewöhnlichen Kurbeln sein.

Da in diesem Falle der Mittelpunkt der Excenterscheibe auch den Mittelpunkt des Kurbelzapfens bildet, so ist der Radius der Kurbel gleich der Entfernung des Mittelpunktes der Scheibe von dem Mittelpunkte der Hauptwelle, welche Distanz auch Excentrizität genannt wird. Die zweifache Excentrizität ergiebt den Hub des Excenters.

Nach Maßgabe des verstärkten Zapfens muß auch das Lager der Lenkstange vergrößert werden, welcher Teil die Excenter-Ringe bildet und gleichwie der Pleuelstangenkopf aus einem Stück damit, oder als besonderer Bestandteil verfertigt werden kann, doch hat der Stangenkopf stets ein offener zu sein; die beiden Hälften der Ringe werden durch Schrauben an einander gehalten. Die mit dem Excenter verbundene Lenkstange wird Excenterstange genannt, welche, sofern sie nicht aus einem Stücke mit der untern Hälfte des Ringes gefertigt ist, in die konische Hülse des letztern einpoliert und mittelst Schraube oder Keiles mit derselben verbunden wird; bei Excentern, welche zum Betriebe des Schiebers dienen, ist es zweckmäßig die Verbindung stellbar anzulegen.

Da die Lagerreibung, wie bereits erwähnt, hier eine sehr bedeutende ist, so haben wir ganz besonders auf die Zusammenstellung der Reibungs-

flächen, wie auch auf das regelmäßige Schmieren derselben zu achten. Man pflegt die Excenterscheiben aus Gußeisen herzustellen und es können dann im Notfalle auch die Ringe aus Gußeisen gearbeitet werden, da Gußeisen auf Gußeisen eine geringe Reibung ergiebt; doch ist es angezeigter, die gußeisernen Ringe mit Komposition zu füttern.



Wenn um der schwächeren Dimensionen willen schmiedeeiserne Excenterringe hergestellt werden, so werden die Ringe aus Metall verfertigt oder mit Metallmischung (6 Teile Kupfer, 10 Teile Antimon und 84 Teile Zinn) gefüttert.

Eine sehr gebräuchliche Excenter-Konstruktion stellt die Fig. 99 dar, bei welcher zwischen die schmiedeeiserne Scheibe und den Ring eine Metallmischung gegossen wird; die Excenterscheibe wird um des Gleichgewichts willen durchbrochen hergestellt, wodurch freilich die Reinhaltung erschwert wird. Einer der Excenter-Ringe besitzt eine Hülse, in welche das eine Ende der Excenterstange verkeilt wird, während man das andere Ende gelenkartig mit der Schieberstange des Schiebers oder der Pumpe verbindet. Der andere Excenter-Ring hält die Schmiervorrichtung; die beiden Ringteile sind durch Schrauben verbunden und damit der Ring auf der Scheibe sich nicht verrücken könne, so ist in ihm eine breite Nut eingedreht, in welche der entsprechende Teil der Scheibe hineinpaßt.



Fig. 99.

Es sind noch Excenter gebräuchlich, deren Excentrizität sich verändern läßt; von diesen soll bei dem Kapitel der Steuerungen eingehender die Rede sein.

* * *

Zu den Maschinenteilen sind noch zu zählen die Regulier-Vorrichtungen, so das Schwungrad und die Regulatoren; allein da deren Funktionieren nur dem verständlich sein kann, der mit der Wirkung des Dampfes

im Cylinder bereits vertraut geworden, so werden wir dieselben erst nach Behandlung der Steuerungen besprechen.

7. Verbindung der Maschinenteile.

Der Dampfcylinder und die einzelnen Maschinenteile werden entweder unmittelbar an den Kessel befestigt, oder vorerst auf eine besondere Grundplatte montiert und dann samt und sonders an den Kessel befestigt. Die Grundplatte besitzt daher den Vorteil, zu ermöglichen, daß auf dem Kessel weniger Verbindungsstellen notwendig sind, als wenn jeder Bestandteil für sich gesondert befestigt würde; überdies kann die Ausdehnung des Kessels die wechselseitige Lage der Maschinenteile nicht verändern und umgekehrt empfindet der Kessel nicht so sehr die Stöße der Maschine, schließlich ist die Montierung jedenfalls leichter auf der Grundplatte als auf dem Kessel selbst zu bewerkstelligen.

Ein großer Nachteil der Grundplatte ist jedoch, daß er das Gewicht wesentlich erhöht.

Bei Befestigung der Grundplatte haben wir vor Augen zu halten, daß der Kessel in der großen Hitze sich um ungefähr 2—3 mm per Meter ausdehnt, während die Grundplatte fast unverändert bleibt. Es darf demnach nur ein Ende der Grundplatte (am besten dasjenige, welches den Cylinder hält) mit dem Kessel fest verbunden werden, während am andern Ende die Ausdehnung durch Längenöffnungen zu gestatten ist.

Indessen die Grundplatte kann beseitigt werden, wenn wir zwischen Cylinder und Lagerträgern eine feste, unverrückbare Längenverbindung bewirken. Bei den meisten Lokomobilen werden zu diesem Behufe der Cylinder und die Lagerträger durch zwei starke Verbindungsstangen zusammengehalten, welche an dem Cylinder unverrückbar befestigt, am andern Ende aber mit einer Längenöffnung versehen werden, welche nach Ausdehnung des Kessels fest aufliegt.

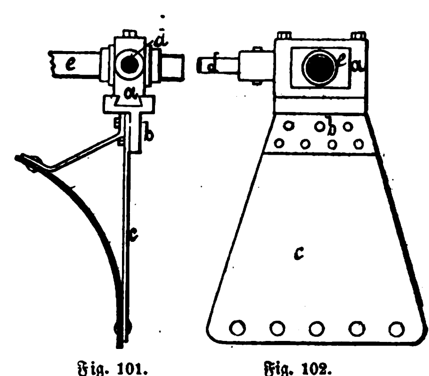
Indessen solche Konstruktionen sind nicht zweckentsprechend, zunächst weil die Längenöffnung nur bei einer gewissen Ausdehnung aufliegen wird, dann weil sie die Maschine nur gegen Ausdehnung schützt, ohne auch ihrem Zusammendrücken Widerstand zu leisten.

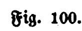
Es entsprechen denn auch solche Stangen besser ihrer Bestimmung, wenn sie, wie bei der in Fig. 100 abgebildeten Konstruktion von Ruston Proktor, sowohl an den Cylinder, wie an die Lagerträger fest gebunden sind, ferner wenn sie, um sich mit der Wärme auszudehnen, gehöhlt verfertigt werden und bei dem Dampfcylinder mit dem Dampfmantel, an der den Lagerträgern zugekehrten Seite aber mit dem Kessel kommunizieren. Gegen Abkühlung des durch das Rohr gehenden Dampfes wird dasselbe durch einen Blechmantel geschützt.

Eine Verbindung, bei welcher die Lagerträger in unveränderter Entfernung vom Cylinder verbleiben, weist die in Fig. 101 u. 102 skizzierte Marschall'sche Konstruktion auf, bei welcher die starken schmiedeeisernen Stangen d an den Cylinder und an das Wellenlager a befestigt sind, die letzteren aber in dem Lagerträger b, wie in einem Support mit ihrem schwalbenschwanzförmigen Boden sich in der Längenrichtung frei verrücken können, sodaß der Kessel sich unter ihnen in beliebigem Maße ausdehnen kann, ohne daß der Abstand zwischen dem Cylinder und den Lagerträgern hiedurch verändert würde.

Demselben Zwecke dient die Konstruktion von Turner, bei welcher das Wellenlager gleichfalls durch starke Stangen mit dem Cylinder verbunden wird, dasselbe ist jedoch nicht aufs Gleiten angelegt; bei Ausdehnung des Kessels wird sich vielmehr bloß die Blechplatte des Lagerträgers verbiegen.

Schließlich müssen wir noch bemerken, das die Befestigung der Maschinenteile an den Kessel wo nur thunlich mittelst Nieten und nicht mittelst Schrauben geschehe, da die letzteren durch die unvermeidlichen Erschütterungen alsbald gelockert werden und alsdann zum Durchsickern von Wasser und Dampf Anlaß bieten. Es ist zweckmäßig, den auf den Kessel zu befestigenden Maschinenteilen ein 3—4 mm starkes,




Fig. 100. Fig. 101. Fig. 102.

genau ausgeschnittenes Blech unterzulegen, welches verdichtet werden kann; die Verbindungsstellen können übrigens auch mittelst Miniums und Hanfgeflechts verdichtet werden.

B. Die Wirkung des Dampfes im Cylinder.

Der Dampf verrichtet seine Arbeit entweder nur in einem Cylinder, oder in einem zusammengehörigen Cylinderpaare von ungleichem Durchmesser, oder endlich in zwei gleich großen und von einander unabhängigen Cylindern. Wir müssen jede dieser Konstruktionen für sich betrachten.

1. Wirkung des Dampfes beim Einmaschinensystem.

Der Dampf strömt aus dem Schieberkasten an einem Ende des Cylinders herein und schiebt durch seine Spannkraft den Kolben vorwärts, während an der andern Seite des Cylinders der vom frühern Hube darin verbliebene Dampf ins Freie entweicht. Könnte der frische Dampf während der ganzen Vorwärtsbewegung des Kolbens in den Cylinder strömen, so müßte bei der Rückwärtsbewegung des Kolbens dieser Dampf, wiewohl fast noch im Vollbesitze seines Druckes befindlich, ins Freie entlassen werden; der Dampf würde sonach nur ein geringes Bruchteil seiner Arbeitsfähigkeit verwerten, d. h. wir vermöchten die Spannkraft des Dampfes nur in höchst unzulänglichem Maße auszunutzen. Behufs besserer Ausnutzung der Arbeitsfähigkeit des Dampfes wird nun die Dampfeinströmung bereits gesperrt, noch bevor der Kolben seine ganze Bahn beschrieben hat; der solchermaßen in den Cylinder gesperrte Dampf wird alsdann vermöge seiner Ausdehnung den Kolben bis an das Ende des Cylinders weiterdrücken. Damit der ausströmende Dampf gegen den Druck der äußeren Luft ins Freie strömen könne, muß er einen um ungefähr 0,1 Atmosphäre stärkern Druck als die äußere Luft besitzen. Der Druck des in den Cylinder strömenden Dampfes aber ist um ungefähr 0,5 Atmosphären geringer als der im Kessel befindliche Druck, denn der Dampf, während er die Dampfleitungsröhren, die Drosselvorrichtung und die einzelnen Kanäle passiert, verliert einen Teil seines Druckes dadurch, daß er die ihm entgegentretenden Hindernisse bewältigt.

Da wir den Gegendruck des müden Dampfes und den Anfangsdruck des frischen Dampfes kennen, so können wir leicht bestimmen, bis zu welcher Länge des Kolbenhubes frischer Dampf geleitet werden muß, damit der Druck des frischen Dampfes am Ende des Kolbens noch immer um einiges größer sei als der Gegendruck des müden Dampfes.

Der Dampf, welcher mit gewissem Drucke in den Cylinder tretend, sich daselbst ausdehnt, verliert so viel von seinem Drucke, als er in seinem Volumen zugenommen hat. Haben wir beispielsweise im Anfang den Dampf mit 3 Atmo-

sphären in den Cylinder gelassen und diesen, sowie der Kolben seine halbe Bahn zurückgelegt, abgesperrt, so nimmt der ursprüngliche Dampfdruck am Ende der Kolbenbahn um die Hälfte ab, da das Volumen des Dampfes doppelt so groß wurde, als es bei Sperrung des Dampfzustromes gewesen; d. h. der Druck wurde $^3/_2 = 1^1/_2$ Atmosphäre und kann sonach den Gegendruck von 1,1 Atmosphäre noch immer leicht bewältigen.

Es ist nunmehr leicht begreiflich, daß durch Ausnutzung dieser Eigenschaft des Dampfes die nämliche Arbeit mit weniger Dampf, d. h. mit weniger Brennmaterial erzielt werden kann. Füllen wir nämlich beispielsweise während eines Kolbenhubes nur den halben Cylinder mit Dampf, so wird nur halb soviel Brennstoff aufgebraucht, als wenn wir den ganzen Cylinder mit Dampf gefüllt hätten. Allerdings ist in diesem Falle auch die Arbeit der Maschine in der ersten Hälfte der Kolbenbahn nur halb so groß, als sie wäre, wenn der Kolben in der ganzen Länge seines Hubes frischen Dampf erhalten hätte. Indessen auch nach erfolgter Absperrung des Dampfzustromes verrichtet noch der in den Cylinder gesperrte Dampf durch seine Ausdehnung eine Arbeit, zu welcher es keines frischen Dampfes aus dem Kessel mehr bedurfte. So wird die Dampfmenge, welche den ganzen Cylinder ausfüllt, während zweier Kolbenhube verbraucht und gleichwohl nicht allein so viel Arbeit wie sonst während eines Hubes verrichtet, sondern in der während der zwei Hube verrichteten Ausdehnungsarbeit auch noch ein Überschuß erzielt.

Es ist sonach klar, daß es vorteilhaft sein wird, den vollen Dampfdruck nur auf einen gewissen Bruchteil der Kolbenbahn einwirken zu lassen, dann den Dampf abzusperren und den Rest der Arbeit seiner Ausdehnung zu überantworten.

Jene Dampfmenge, welche während eines Kolbenhubes in den Cylinder gelassen wird, heißt Füllung, die mit dieser verrichtete Arbeit des Dampfes Volldruckarbeit. Hingegen wird die Arbeit des Dampfes nach der Absperrung die Ausdehnungs- oder die Expansions-Arbeit desselben genannt.

Die meisten der gegenwärtig gebräuchlichen Lokomobilen arbeiten mit $^1/_2$ bis $^3/_4$ Füllung; die Dampfspannung im Kessel aber beträgt 3—5 Atmosphären. Es ist jedoch angezeigter, die Heizkraft des Brennmaterials durch Steigerung des Kesseldruckes auf 6—8 Atmosphären besser auszunutzen; denn wir wissen ja, daß, je höher die Spannkraft im Dampfkessel, um so weniger Brennmaterial zu deren weiterer Steigerung um 1 Atmosphäre erfordert wird; auch kann die Arbeitsfähigkeit des Dampfes durch größere Expansion besser verwertet werden, denn wie bereits erwähnt, ist behufs vollständiger Ausnutzung

des Dampfes nur eine kleine Füllung ratsam. Mit kleiner Füllung können wir jedoch nur arbeiten, wenn der Anfangsdruck ein großer ist, da sonst der Druck nach erfolgter Ausdehnung kleiner als der Gegendruck sein wird.

Arbeiten wir mit größerm Dampfdrucke, so mit einem solchen von 8—10 Atmosphären, so wird der Unterschied zwischen Anfangs- und Enddruck ein sehr bedeutender sein, wodurch ein ungleichmäßiger Gang der Maschine, beziehungsweise Stöße, die sich auch der Arbeitsmaschine mitteilen, hervorgerufen werden.

Bei der wesentlichen Verschiedenheit des an den beiden Enden des Kolbens herrschenden Druckes schlüpft überdies der Dampf leicht durch die Ringe des Kolbens hindurch, es sei denn daß die letzteren allzufest angezogen werden, was jedoch rasche Abnutzung und infolge der bedeutenden Reibung auch großen Arbeitsverlust verursacht.

Wenn schließlich der Dampfdruck an einer Seite des Cylinders abnimmt, so nimmt auch dessen Temperatur in hohem Maße ab und kühlt diesen Teil des Cylinders; wenn nun bei dem nächsten Hube der frische, daher heiße Dampf in diesen abgekühlten Teil des Cylinders gerät, so wird er zum Teil kondensiert, wodurch Wärmeverlust, beziehungsweise Druckverminderung und somit Arbeitsverlust verursacht wird.

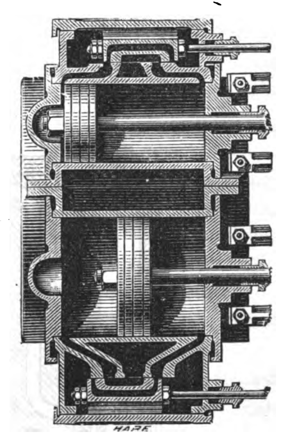
Die oben aufgezählten Nachteile des Einmaschinensystems haben die Fabrikanten dazu bewogen, die größeren Lokomobilen mit zwei Cylindern zu verfertigen, welche entweder nach dem Compoundsystem vereinigt, oder selbständig hergestellt werden.

2. Wirkung des Dampfes beim Compoundsystem.

Bei der in Fig. 103 dargestellten Konstruktion verrichtet der Dampf seine Arbeit nicht in einem Cylinder, sondern in zwei neben einander liegenden Cylindern von gleicher Länge, jedoch von verschiedenem Durchmesser. In den Cylinder mit kleinerm Durchmesser strömt der Dampf mit vollem Drucke unmittelbar aus dem Kessel ein, bis der Kolben einen gewissen Teil seines Hubes erreicht hat; während dieser Zeit wirkt also der Dampf im kleinen Cylinder mit vollem Drucke. Nach Sperrung des Dampfzustromes wirkt der Dampf im kleinen Cylinder bereits durch seine Expansion; indessen selbst nach verrichteter Expansions-Arbeit ist der Druck dieses Abdampfes noch erheblich größer als der Druck der äußern Luft; und so wird derselbe auch nicht in den Schornstein, beziehungsweise ins Freie gelassen, sondern er verrichtet zuvor noch im großen Cylinder Arbeit.

Die Kurbeln der beiden Cylinder stehen auf 90° zu einander; so zwar, daß, wenn der Kolben des kleinen Cylinders im Anfange seines Hubes ist, derjenige des großen Cylinders bereits die Hälfte

seiner Bahn zurückgelegt hat. Der dem kleinen Cylinder entströmende Dampf kann sonach nicht unmittelbar in den großen Cylinder, sondern muß zuvor in den zwischen den beiden Cylindern befindlichen Raum, den sogenannten Receiver, geleitet werden, von wo er durch einen besondern Schieber in den großen Cylinder gebracht wird, sowie dessen Kolben am Ende seines Hubes angelangt ist.


Fig. 103.

Da der kleine Cylinder Dampf mit hohem Druck, der große Cylinder aber solchen mit niedrigem Druck bekommt, so wird jener Hochdruck-Cylinder, dieser aber Niederdruck-Cylinder genannt.

Wenn bei den Compound-Lokomobilen die in den beiden Cylindern verrichtete Arbeit eine annähernd gleiche ist, so entfallen die aus dem hohen Dampfdrucke erwachsenden, im vorigen Abschnitt erwähnten Nachteile gänzlich; die Lokomobile wird schön gleichmäßig gehen und dabei auch noch den Vorteil besitzen, daß sie sich aus jeglicher Stellung leicht wird in Gang bringen lassen, denn wenn die eine Kurbel in ihrem toten Punkte ist, so überträgt die andere gerade die größte Drehkraft.

Das Compoundsystem wird sich aber nur dann als zweckmäßig bewähren, wenn die zu verrichtende Arbeit keine sehr wechselnde ist, denn nach Verstellung der Steuerung wird die Arbeit der beiden Cylinder wesentlich von einander abweichen. Dem läßt sich praktisch abhelfen, daß wir den Hochdruck-Cylinder stets mit unveränderter Expansion arbeiten lassen, und je nach Maßgabe der Arbeit das Drosselventil mehr oder minder öffnen.

Alle jene Vorteile, welche das Compoundsystem in Beziehung der Ausnutzung des Dampfes mit hoher Spannung bietet, können auch mit einer einfacheren Konstruktion erreicht werden, bei welcher die beiden zusammengehörigen Cylinder in einer Linie, mit einer Kolbenstange angeordnet werden, nur einen gemeinschaftlichen Schieber und nur einen Bewegungsmechanismus — wie bei dem Einchlindersysteme üblich — besitzen; diese Konstruktion entbehrt jedoch jene Vorteile des Compoundsystems, welche auf dem doppelten Bewegungsmechanismus beruhen.

Dieses unter dem Namen Tandem-Compound-Lokomobile von Garrett in Buckau gebaute System ist im Längsschnitt in Fig. 104 dargestellt.

Die Wirkungsweise des Dampfes ist aus der Zeichnung leicht verständlich; derselbe strömt aus dem Schieberkasten durch den Kanal a vor den Kolben HK des Hochdruck-Cylinders HDC und drückt denselben vorwärts. Gleichzeitig tritt aber der vom früheren Hub im

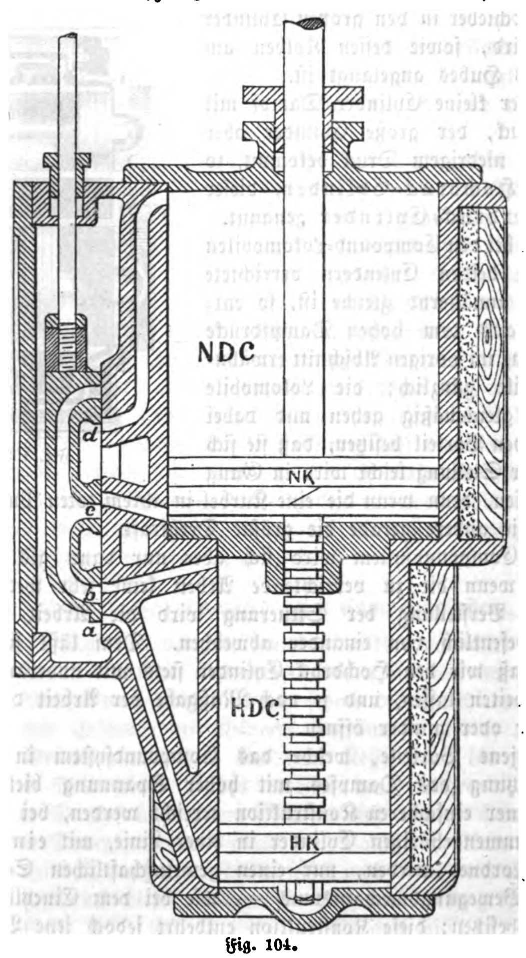


Fig. 104.

Hochdruckcylinder verbliebene Abdampf durch den Kanal b in den Muschelschieber und von hier durch den Kanal c vor den großen Kolben NK des Niederdruck-Cylinders NDC, expandiert hier und drückt infolgedessen, den Kolben NK auch nach vorwärts. Der hinter

dem großen Kolben befindliche müde Dampf strömt durch den Kanal d nach dem Vorwärmer resp. Schornstein.

Beim Rückgang des Kolbens findet ein ähnlicher Vorgang statt.

Um zu verhindern, daß durch die Mittelwand Dampf vom Hochdruck-Cylinder in den Niederdruck-Cylinder entweiche, wird die Kolbenstange mit Nuten versehen. Beim Vorwärtsgang der Kolben ist an beiden Seiten der Mittelwand ein gleicher Dampfdruck, es hat also hier der Dampf keinen Überdruck, um durch die Führung der Mittelwand zu dringen.

Beim Rückgang der Kolben hingegen befindet sich an der einen Seite der Mittelwand im kleinen Cylinder Dampf von hoher Spannung, im großen Cylinder aber Abdampf. Es wird daher der Hochdruckdampf das Bestreben haben, um die Kolbenstange herum in den großen Cylinder zu dringen. Doch sobald der Dampf in eine Nut der Kolbenstange eindringt, dehnt er sich aus, verliert daher seine hohe Spannung und das Bestreben zum Hindurchgehen und wird somit wieder in den Hochdruck-Cylinder zurückgeführt.

Bei einer Abnutzung der Dichtungsstelle wird jedoch auch frischer Dampf in den Niederdruckcylinder überströmen und ohne Arbeit entweichen, daher die Dichtungsstelle der Mittelwand stets unter Kontrolle zu halten ist und wenn notwendig ausgebüchst werden muß.

Zu erwähnen wäre noch, daß es sich jedenfalls als vorteilhaft erweisen dürfte, diese Dampfcylinder mit einem Dampfmantel zu umgeben.

3. Wirkung des Dampfes bei den Zwillingsmaschinen.

In der Praxis pflegt man zuweilen auch zwei Cylinder von gleichem Durchmesser neben einander zu legen und beide mit frischem Dampf zu speisen. Bei solchen Zwillingsmaschinen werden behufs Verringerung der Stöße die Kurbeln gleichfalls auf 90° zu einander gestellt, bei welcher Anordnung die Maschine viel gleichmäßiger geht, sodaß auch ein kleineres Schwungrad genommen werden kann. Die Zwillingsmaschine besitzt gegenüber dem Einmaschinensystem den Vorteil des ruhigeren Ganges, doch zeigen sich bei größerem Dampfdrucke auch hier alle Nachteile, welche bei dem Einmaschinensystem vorkommen, sodaß die Zwillingsmaschine lange nicht denselben Wert wie das aus mit 2 nebeneinader liegenden Cylindern bestehende Compoundsystem besitzt. Indessen, wo wechselnde Arbeit zu verrichten ist, und man auch sonst nicht Kessel mit großem Druck halten will, da entspricht die Zwillingsmaschine vorzüglich ihrer Aufgabe.

* * *

Bei Lokomobilen werden in der Regel bis zu 15 nominellen Pferdekräften, d. h. bis der Cylinderdurchmesser nicht größer als etwa 200 mm

ist, Dampfmaschinen des Einmaschinensystems verwendet. Bei englischen Maschinen werden bei 10—20 Pferdekräften bereits zwei Cylinder, und zwar bei kleinem Drucke Zwillingsmaschinen, bei großem Dampfdrucke Compound-Cylinder verwendet. Als Nachteil der Systeme mit zwei Kolbenstangen wäre zu erwähnen, daß sie kostspieliger sind, ihre Aufsicht eine schwierigere ist, ferner daß sie sehr viel Schmiermaterial und häufigere Reparatur als die Maschinen mit einer Kolbenstange erheischen. Aus diesen Gründen ist es geraten, bei kleineren Kräften mit dem Einmaschinen-System vorlieb zu nehmen; über 10 Pferdekräfte hinaus aber treten die Vorzüge der doppelcylindrigen Systeme dermaßen in den Vordergrund, daß ihre allgemeinere Verwendung nur empfohlen werden kann.

C. Die Steuerungen.

Jene Maschinenteile, welche in bestimmter Zeit das Ein- und Ausströmen des Dampfes an einer oder der anderen Seite des Dampfcylinders befördern und also die Dauer der Dampfeinströmung regulieren, werden Steuerungen genannt. Die Steuerung besteht in der Regel aus einem über den Öffnungen der in den Dampfcylinder führenden Kanäle befindlichen Schieberverschluß, dem sogenannten Schieber, sowie der Schieberstange und dem Excenter, mittelst welcher der Schieber bewegt wird.

Die bei den Lokomobilen vorkommenden Steuerungen besitzen entweder einen Schieber zur Regulierung des Beginns der Ein- und Ausströmung des Dampfes und zur Regulierung des Expansionsgrades, oder es wird zu dem letzteren Behufe ein besonderer Schieber verwendet.

1. Einschiebersysteme.

a) Einrichtung des Muschel- und Kanalschiebers und der Schieberstange.

Der Schieber, wie er in den Fig. 105, 106, 107 und 108 dargestellt erscheint, ist eine muschelförmige Platte, welche die Dampf-

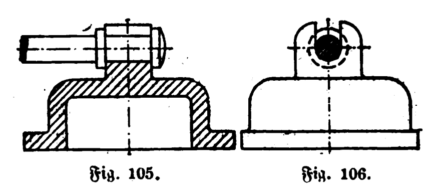


Fig. 105. Fig. 106.

eingangskanäle des Cylinders verschließt, sodaß der frische Dampf aus dem Schieberkasten nur dann an einer oder der anderen Seite des Cylinders in den letzteren treten kann, wenn der Schieber von

dem entsprechenden Kanale abgeschoben wird; der Abdampf strömt durch die Muschel des Schiebers in das Dampfableitungsrohr.

Da bei dem gewöhnlichsten Muschelschieber die Dampfeinströmung infolge der verhältnismäßig geringen Öffnung sich nicht rasch genug vollzieht, so ist es zweckmäßig, denselben in der in Fig. 109 dargestellten Weise umzugestalten. Dieser Schieber unterscheidet sich vom Muschelschieber dadurch, daß sich in ihm noch ein besonderer Kanal

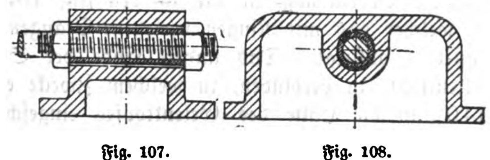


Fig. 107. Fig. 108.

befindet, und der Dampf durch ihn, sonach auf zwei Wegen Eingang in den Dampfcylinder findet. Wenn nämlich dieser Schieber aus seiner Mittelstellung beispielsweise nach links bewegt wird, so tritt der Dampf aus dem Schieberkasten direkt in den rechtsseitigen Einströmungskanal, außerdem tritt aber auch noch in denselben Dampf durch Vermittlung des Schieberkanales von der linken Seite des Schieberkastens.

Wir ersehen daraus, daß wir mit diesem Schieber derselben Bahn entsprechend, eine zweimal größere Öffnung, als mit dem gewöhnlichen Muschelschieber, erhalten; oder wenn wir eine Eingangs-Öffnung von

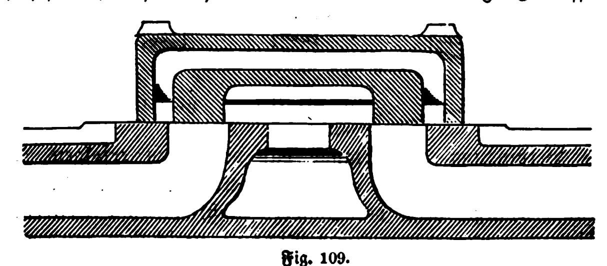


Fig. 109.

gewisser Breite gewinnen wollen, so hat dieser Schieber nur den halben Weg zu machen, den der gewöhnliche Muschelschieber zurückzulegen hat.

Damit der Schieber die in den Cylinder führenden Kanäle dampfdicht schließen könne, muß das eine Ende der Schieberstange derart mit dem Schieber verbunden werden, daß der letztere, in vertikaler Richtung auf die Schieberstange, sich frei bewegen und der Dampf ihn dampfdicht auf seine Unterlage drücken kann; in der Längsrichtung hat jedoch der Schieber dem Gange der Stange genau zu folgen. Die gebräuchlichste Art der Verbindung zeigen die Fig. 107 und 108

bei welchen das Ende der Stange mit einer Schraubenwindung versehen ist und durch die Bohrung des Schieberdeckels hindurchgesteckt, in dieser Lage durch zwei Schraubenmuttern erhalten wird. Die Schraube wird zumeist von einer Messinghülle umfangen, damit ihre Windungen sich nicht abstoßen; die Bohrung des Schiebers ist eine elliptische und der Schieber besitzt daher vertikal auf die Stange den erforderlichen Spielraum.

Eine einfachere Verbindung ist die in den Fig. 105 und 106 dargestellte, bei welcher das mit Ringen versehene Stangenende in der Mulde des Schiebers aufliegt. Das andere Ende der Schieberstange ist mit dem Gelenkkopfe zu verbinden, zu welchem Zwecke es entweder, wie in Fig. 110, in die Hülse des Gelenkkopfes eingeschraubt, und mittelst Gegenschraube verbunden, oder wie Fig. 111 u. 112 zeigen, in die konische Hülse einpoliert und verkeilt wird.

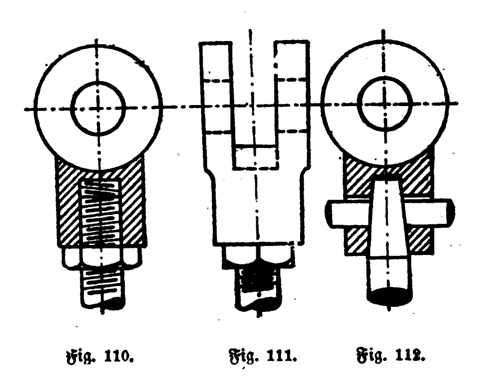


Fig. 110. Fig. 111. Fig. 112.

Die Verbindung der Stange hat derart zu erfolgen, daß die Länge der Schieberstange sich an einer oder der anderen Verbindungsstelle verändern läßt, denn der Schieber muß, wie wir weiterhin sehen werden, in einer oder der anderen Richtung verschoben werden können.

b) Art der Dampfverteilung beim Einschiebersystem.

In Fig. 113 ist eine Steuerung mit Muschelschieber abgebildet, bei welcher die in gerader Richtung wechselnde Bewegung des Kolbens D durch den mit geradführenden Schienen gestützten Kreuzkopf K und die mit letzterem gelenkartig verbundene Pleuelstange auf die Kurbel F beziehungsweise auf die Hauptwelle O übertragen wird. Auf die Hauptwelle ist der Excenter E verkeilt, welcher den mit dem Gelenkkopfe C und sonach mit der Schieberstange verbundenen Schieber T gleichfalls in gerader Richtung hin- und herbewegt.

Wie erinnerlich, ist der Hub des Excenters gleich der doppelten Länge des Excenterradius o E, sonach gleich der doppelten Länge der Excentrizität; der Schieber wird daher über den Kanälen des Dampfcylinders einen ebenso langen Weg hin und zurück beschreiben, und dadurch die Kanäle abwechselnd öffnen und schließen. Von diesen Kanälen dienen a und a_1 zum **Einströmen** des **Dampfes**, a_0 aber zum **Ausströmen desselben** und sie werden auch dem entsprechend benannt; die Öffnungen der Kanäle münden auf eine genau einpolierte glatte Fläche, welche **Schieberspiegel** genannt wird. Die mit länglicher Öffnung versehenen Dampfeingangskanäle a und a_1 führen zu den beiden Enden des Cylinders, während der breitere Dampfausgangskanal a_0 ins Freie führt.

Auf dem Schieberspiegel bewegt sich der Schieber, welcher in der Stellung, in welcher seine Mittellinie mit der Mittellinie des Schieberspiegels zusammenfällt, alle Dampfeingangsöffnungen vollkommen verschließt und von innen sowie von außen noch um ein Stück überdeckt, welche Teile **Innere-** und **Äußere-Deckungen** genannt werden. Die obengedachte Lage des Schiebers ist die **Mittelstellung** des **Schiebers** und der letztere nimmt dieselbe jedesmal ein, so oft der Excenterradius seine halbe Bahn zurückgelegt hat, d. i. so oft er **vertikal auf die Richtung der Schieberbewegung** steht.

Diese Mittelstellung des Schiebers ist im Bilde I der Fig. 114 dargestellt, allwo e die Größe der äußeren Deckung, i aber jene der inneren Deckung bezeichnet.

Der Schieber empfängt, wie bereits öfter erwähnt, seine Bewegung

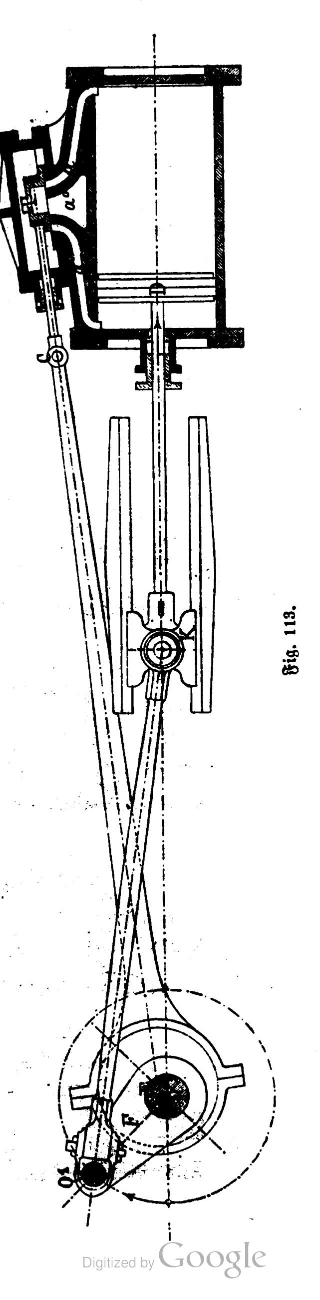


Fig. 113.

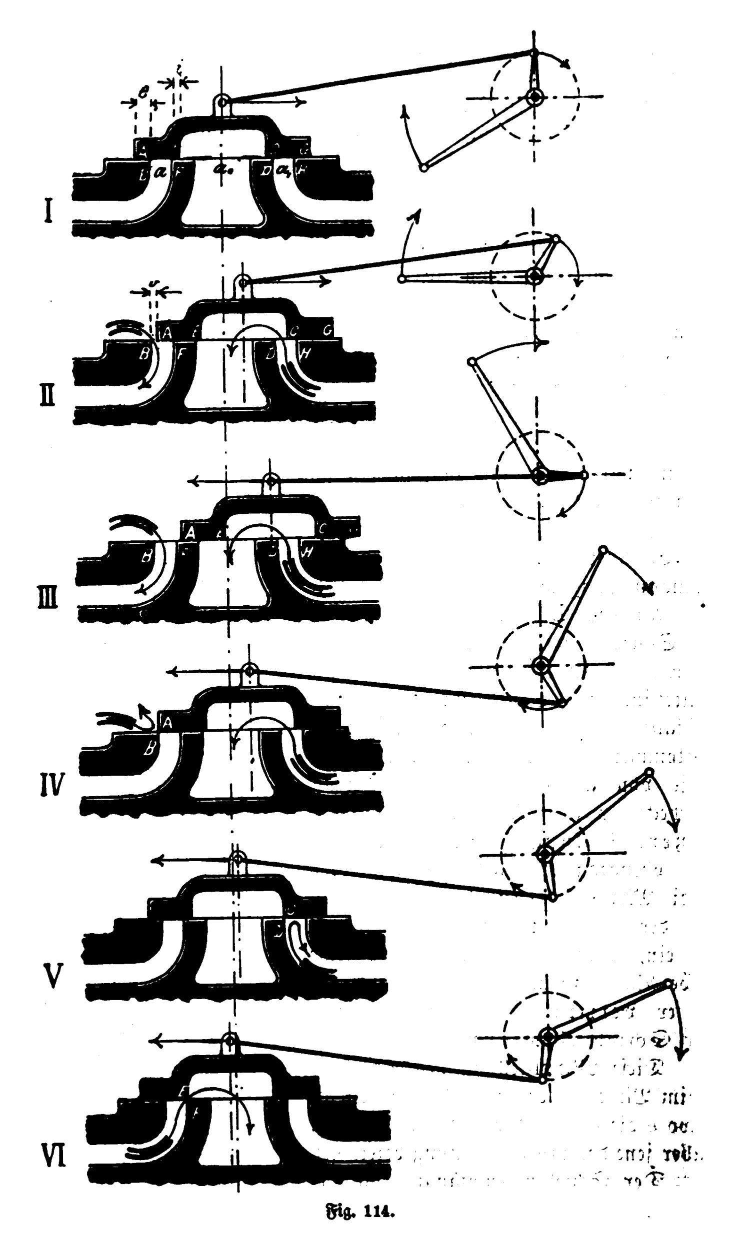


Fig. 114.

vom Excenter; seine Bewegung ist demnach ebenso eine wechselnde, wie jene des Excenters. Auch der Schieber besitzt eine gewisse Maximalgeschwindigkeit, welche er in der Mittelstellung erlangt, sowie eine Minimalgeschwindigkeit am Ende seines Hubes in seiner Endstellung, welche der **Wechselpunkt** des Schiebers genannt wird. (S. Bild III der Fig. 114.)

Da der Excenter auf dieselbe Achse verkeilt ist, auf welcher die den Kolben führende Kurbel sitzt, so ist die Bewegung des Kolbens mit jener des Schiebers in innigem Zusammenhange, sodaß einer gewissen Stellung des Schiebers stets eine gewisse Stellung des Kolbens entspricht. Wenn wir beispielsweise annehmen, daß der Kolben sich am Ende seines Hubes befindet, so muß der Schieber den an der Seite des Kolbens befindlichen Kanal schon auf 2—3 mm öffnen, damit der Dampf, in den Raum hinter den Kolben tretend, den letzteren abermals vorwärts drücken kann. Die Größe dieser Öffnung wird **Voröffnung** genannt und ist im Bilde II der Fig. 114 mit v bezeichnet. Aus dem Raume vor dem Kolben strömt, wie der Pfeil in der Figur zeigt, der Dampf inzwischen durch die Muschel des Schiebers hindurch in den Dampfausgangskanal. Wir wissen, daß der Kolben sich dann am Ende seines Hubes befindet, wenn seine Kurbel im toten Punkte steht; damit in diesem Falle eine Voröffnung möglich sei, muß der Schieber bereits um die Größe der äußeren Deckung plus die Größe der Voröffnung sich aus seiner Mittelstellung fortbewegt haben, d. h. es muß der Excenterradius seine Mittelstellung bereits um einen gewissen Winkel überschritten haben. Jener Winkel, welcher die Größe der Voröffnung begrenzt, und um welchen daher der Excenter über seine vertikale Stellung hinaus auf die Hauptwelle zu verkeilen ist, wird **Voreilungswinkel***) genannt.

Während der Kolben sich weiter nach rechts bewegt, bewegt sich auch der Schieber nach rechts und öffnet vollkommen den Dampfeingangskanal; bald nachher erreicht er seine im Bilde III bezeichnete äußerste rechte Stellung, d. h. seinen rechtsseitigen Wechselpunkt, um sich dann zurück nach links zu bewegen, während der Kolben seinen Weg weiter nach rechts fortsetzt.

Inzwischen strömt der Dampf aus dem Raume vor dem Kolben beständig ins Freie, hinter dem Kolben aber dringt immerfort frischer Dampf in den Cylinder, bis der Schieber seine im Bilde IV dargestellte Stellung erreicht. Da reicht dessen Kante A über die Kante B des linksseitigen Dampfeingangskanals, und es kann hinter dem Kolben

---

*) Dieser Winkel wechselt in der Praxis von 15°—30°, so daß die Kurbel mit dem Excenterradius einen Winkel von 105°—120° einschließt.

kein Dampf mehr in den Cylinder treten; es beginnt daher in diesem Augenblick an der linken Seite des Cylinders die Expansion des Dampfes.

Der Kolben bewegt sich noch immer nach rechts und drückt den Abdampf vor sich her in den Dampfausgangskanal a_0. Sowie aber der Schieber seine im Bilde V bezeichnete Stellung erlangt, in welcher seine Kante C bis zur Kante D des Kanales a_1 reicht, kann hier weiter kein Dampf austreten; der noch im Cylinder verbliebene Dampf preßt sich demnach durch das Vorwärtsdringen des Kolbens an der rechten Seite des Cylinders zusammen, er wird komprimiert.

Indem der Schieber sich noch weiter nach links bewegt, gelangt er in die im Bilde VI skizzierte Stellung, wo seine Kante E über die Kante F des Kanales a hinausgeht; hier beginnt nun an der linken Seite des Kolbens, obgleich derselbe sich noch immer vorwärts bewegt, Dampf auszuströmen.

Schließlich, wenn die Kante G bereits über die Kante H des Kanales a_1 hinausgeht, beginnt der Dampf bereits an der linken Seite des Cylinders einzutreten und wirkt dem, seiner Endstellung zustrebenden Kolben entgegen, sodaß bis derselbe in den toten Punkt gelangt, die Öffnung der Einströmung am Kanale a_1 bereits auf das Ausmaß der Voröffnung v geöffnet sein wird, d. h. der Dampf auf der rechten Seite in den Cylinder strömen kann, während zugleich an der entgegengesetzten Seite eine Ausströmung stattfindet, daher der Kolben die Richtung seiner Bewegung zu verändern vermag.

c) Bestimmung der Füllung und der Expansion.

Da wir unter Füllung jene Dampfmenge verstehen, welche während eines Kolbenhubes in den Cylinder strömt, so wird es unschwer sein, den Füllungsgrad zu bestimmen, wenn wir zu beobachten vermögen, wo der Kolben in dem Augenblick steht, da der Schieber die Dampfeinströmung eben verschließt. Zu diesem Behufe wird zunächst die Bahn des Kolbens, oder da diese nicht sichtbar ist, diejenige des Kreuzkopfes in gleiche Teile eingeteilt. Diese Einteilung kann sehr leicht bewirkt werden, indem wir die Kurbel auf den einen und auf den anderen toten Punkt stellen und beidemal die Stelle einer auf dem Kreuzkopfe gezogenen Linie auf der geradführenden Schiene bezeichnen. Den Raum zwischen diesen beiden Zeichen teilen wir in 10 gleiche Teile ein und bezeichnen die Teilungspunkte mit den entsprechenden Ziffern.

Wenn wir nun den Deckel des Schieberkastens abnehmen und, von dem einen toten Punkte ausgehend, das Schwungrad in der

Richtung seiner regelmäßigen Kreisbewegung so lange drehen, bis der Schieber eben den der Kolbenseite zugekehrten Dampfeinströmungskanal verschließt, so erscheint der Grad der Füllung in jener Zahl gegeben, bis zu welcher das Zeichen am Kreuzkopfe vorgedrungen ist. So wenn dieses Zeichen beispielsweise vom 0 Punkte der Geradführung angefangen den vierten Teilungspunkt erreicht, so arbeitet die Maschine mit vier Zehntel Füllung und mit sechs Zehntel Expansion.

* * *

Wenn wir den Deckel des Schieberkastens nicht abnehmen wollen, so können wir den Grad der Füllung und der Expansion auch mit Dampf bestimmen.

Wenn man bedenkt, daß der Schieber nur so lange Dampf in den Cylinder läßt, als bis der Kolben die dem Ende der Füllung entsprechende Bahn beschrieben hat, wird man leicht einsehen, daß, indem die Kurbel aus der einen toten Lage — in der, der regelmäßigen Drehung entgegengesetzten Richtung — langsam gedreht wird, der Schieber nun so lange nicht öffnen wird, als der Kolben nicht jene Lage erreicht, in welcher der regelmäßigen Drehung entsprechend die Dampfeinströmung aufhört. In solcher Stellung strömt sonach jetzt an der, der Richtung der Kolbenbewegung entgegengesetzten Seite Dampf in den Cylinder und infolge dieses Contredampfes werden wir auf dem Schwungrade einen starken Gegendruck verspüren. Wenn wir nun prüfen, den wievielten Teilungspunkt das Zeichen auf dem Kreuzkopfe, von seiner Ausgangsstellung gerechnet, auf der Geradführung erreicht hat, so ergibt diese Zahl den Grad der Expansion der Maschine, während die restlichen Teilungszahlen die Füllung bezeichnen. Ist z. B. der Kreuzkopf bis zum sechsten Teilungspunkte gelangt, so arbeitet die Maschine mit 0,6 Expansion und mit 0,4 Füllung.

d) Veränderung der Füllung und der Expansion.

Bei Lokomobilen ist es ein sehr häufiger Fall, daß die Maschine sich einem kleinern Krafterfordernis, als der normale ist, anzupassen hat. Zu diesem Zwecke kann man im Kessel weniger Dampf halten, oder die Geschwindigkeit der Maschine verringern, oder endlich durch die Steuerung weniger Dampf in den Cylinder gelangen lassen, d. i. den Dampf zu größerer Expansion nötigen. Im Kessel den Dampf in geringerer Spannung zu erhalten, ist kaum geraten, da solches mit Brennstoffverlust verbunden wäre; auch die übermäßige Dampfdrosselung zum Behufe der Herabminderung des Druckes verursacht Verlust, die Geschwindigkeit der Dampfmaschine aber kann aus Rücksichten auf die Arbeitsmaschine nicht in allen Fällen verändert werden; und so

muß denn die Steuerung sich dem wechselnden Kraftbedarf allezeit anpassen und den Füllungsgrad je nach Bedarf verändern lassen.

Die Füllung und die Expansion werden am einfachsten dadurch verändert, daß wir den Excenter in die der neuen Füllung entsprechende Stellung verkeilen. Je weiter nach vorwärts der Excenter verkeilt wird, d. i. je größer der Voreilungswinkel, um so kleiner ist die Füllung und um so größer der Expansionsgrad. Die Richtung der neuen Verkeilung finden wir auf die einfachste Weise, indem wir zunächst den Kolben, oder den Kreuzkopf auf den Teilungspunkt der gewünschten Expansion einstellen und dann bei geöffnetem Schieberdeckel den losgekeilten Excenter so lange in der Richtung seiner regelmäßigen Bewegung drehen, bis der Schieber den Eingangskanal gerade verschließt; in dieser Lage wird alsdann der Excenter wieder fest gekeilt.

Durch die Verlegung des Excenters wird jedoch nicht allein der Füllungsgrad, sondern auch andere wichtige Faktoren der Dampfverteilung, so namentlich die Größe der Voröffnung und der Kompression verändert und da deren Veränderung nur innerhalb enggezogener Grenzen statthaft ist, so dürfen wir auch den Füllungsgrad nur innerhalb einer gewissen Grenze durch Verdrehung des Excenters modifizieren.

Ein bei der Voröffnung begangener Fehler kann auch in der Weise wettgemacht werden, daß auf die den Dampfverschluß bewirkenden beiden Stirnplatten des Schiebers glattpolierte Metall- oder Eisenplattenzusätze befestigt werden, deren Dicke gleich der Hälfte jener Breite sein muß, um welche die neue Voröffnung breiter als die alte ist.

Das Anbringen solcher Ansatzplatten ist sehr umständlich und eben darum nicht sehr ratsam, weil der gewünschte Zweck durch Verringerung des Excenterradius vorteilhafter erreicht wird. Zu diesem Behufe ist eine Excenterscheibe notwendig, mittelst welcher der Voreilungswinkel und die Excentrizität sich zugleich verändern lassen.

Den obigen Anforderungen entspricht ganz gut der in Fig. 115 und 116 dargestellte Expansions-Excenter, bei welchem der Excenter **A** in der Richtung seines Radius eine längliche Öffnung besitzt und mittelst zweier Schrauben mit der fest auf die Hauptwelle verkeilten Scheibe **B** verbunden ist. Nach Lockerung der Schrauben wird der Excenter in den Führungen der Scheibe leicht gleiten und so wird jeder Punkt des Excenters sich parallel zur Längsöffnung verrücken, welche Ortsveränderung eine Veränderung der Größe des Excenterradius sowohl, wie des Voreilungswinkels zur Folge haben wird; und zwar wird, wenn wir die Expansion vergrößern wollen, der Voreilungswinkel zu- und zugleich der Excenterradius abnehmen,

während umgekehrt, wenn wir die Expansion verringern wollen, der Voreilungs-Winkel verkleinert und zur selben Zeit der Excenterradius vergrößert wird. Der Zeiger am Excenter weist stets den erzielten Expansionsgrad aus.

Dem gleichen Zwecke dient auch der Expansions-Excenter von *Ruston, Proctor und Comp.* (Fig. 117 und 118.) Bei diesen ist die Scheibe gleichfalls fest auf die Hauptwelle gekeilt und mit einer im Bogen gehenden Nut versehen; der Excenter ist herzförmig durchbrochen, kann sonach um die Hauptwelle gedreht und in seinen verschiedenen Stellungen mittelst einer durch den Excenter und der Nut hindurchreichenden Schraube gebunden werden. Infolge der Orts-

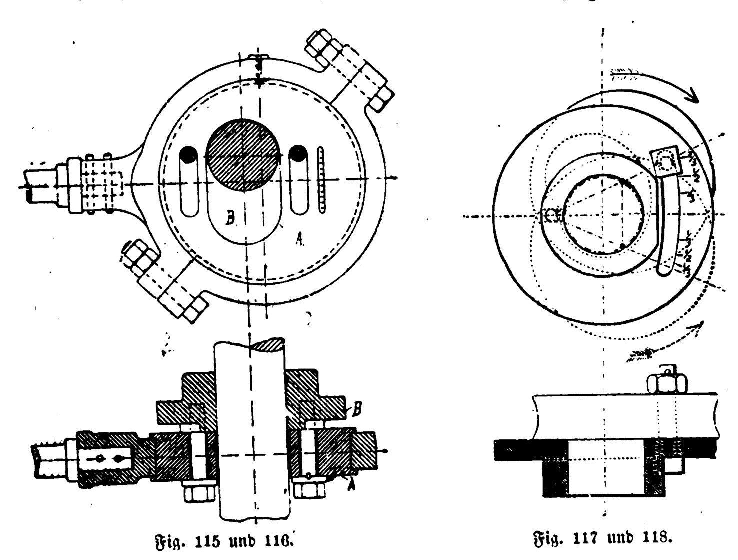


Fig. 115 und 116. Fig. 117 und 118.

veränderungen des Excenters wechselt auch dessen Radius und Voreilungswinkel, daher auch der Füllungsgrad sich entsprechend modifiziert. Mittelst der dargestellten Konstruktion läßt sich der Füllungsgrad von $^1/_3$—$^2/_3$ modifizieren, die entsprechenden Zahlen sind auf der Scheibe bezeichnet und es ist denselben stets die Schraube des Excenters gegenüberzustellen. Dieser Excenter, sowie der vorige, sind auch zur Umänderung der Umdrehungsrichtung geeignet.

Der Füllungsgrad läßt sich mit solchen Excentern nur bei ruhender Maschine umändern. Es giebt indessen auch Konstruktionen, bei welchen die Regulierung der Füllung sich auch während des Ganges der Maschine mit der Hand oder unmittelbar durch den Regulator bewirken

läßt. Die Regulierung mit der Hand besitzt bei Lokomobilen keinen praktischen Wert; die entsprechende Funktion des Regulators werden wir bei Besprechung der Vorrichtungen zur Dampfregulierung erörtern.

2. Zweischiebersysteme.

Bei Steuerungen mit zwei Schiebern kann auch mit großer Expansion gearbeitet werden, ohne daß der Gegendruck des Abdampfes in dem Maße wie bei dem Einschiebersystem zunehmen würde; es werden daher bei Lokomobilen mit zwei Cylindern hauptsächlich Steuerungen mit zwei Schiebern verwendet, während man bei Maschinen mit einem Cylinder mit dem wohlfeileren und einfacheren Einschiebersystem vorlieb nimmt.

Von den mannigfachen Konstruktionen sind bei Lokomobilen lediglich diejenigen gebräuchlich, bei welchen die beiden Schieber in einem Kasten auf einander gleiten. Von diesen Schiebern reguliert der untere lediglich die Ein- und Ausströmung des Dampfes und wird Grund- oder Verteilungsschieber genannt, während der obere, der sogenannte Expansionsschieber, die Füllung reguliert. Die gebräuchlichsten Konstruktionen sind die nachstehenden:

a) Zweischiebersystem mit Expansionsexcenter.

Bei dieser Konstruktion wird der Verteilungsschieber durch einen gewöhnlichen Excenter, der Expansionsschieber aber durch einen Expansionsexcenter bewegt.

Die Verbindung zweier solcher Excenter in der Ausführung von Clayton & Shuttleworth stellen wir in Fig. 119 und 120 dar. Zwischen den beiden Excentern ist die Scheibe A an die Hauptwelle gekeilt, und wird der Verteilungsexcenter C an dieselbe mit der Schraube B befestigt, während der Kopf der Schraube D des Expansionsexcenters E in der ⊣förmigen Nut der Scheibe sich bewegen kann, sodaß der Excenter E auf der Scheibe A verschoben, durch die Schraube D in beliebiger Stellung fixiert und hierdurch der Schieber auf die gewünschte Expansion eingestellt werden kann.

Die den verschiedenen Expansionsgraden entsprechenden Stellungen des Expansionsexcenters sind auf der Hauptwelle bezeichnet.

b) Die Mayer'sche Steuerung.

Bei der in Fig. 121 dargestellten Steuerung unterscheidet sich der Verteilungsschieber nur dadurch von dem gewöhnlichen Muschelschieber, daß er zu beiden Seiten noch mit den Kanälen o und o_1 versehen ist. Über dem Verteilungsschieber bildet die Platte b und b_1 den Expansionsschieber. Beide Schieber werden durch besondere Excenter,

die an die Hauptwelle gekeilt sind, bewegt, doch gehen sie gleichwohl nicht beisammen, da der obere Schieber unter einem größeren Winkel, als

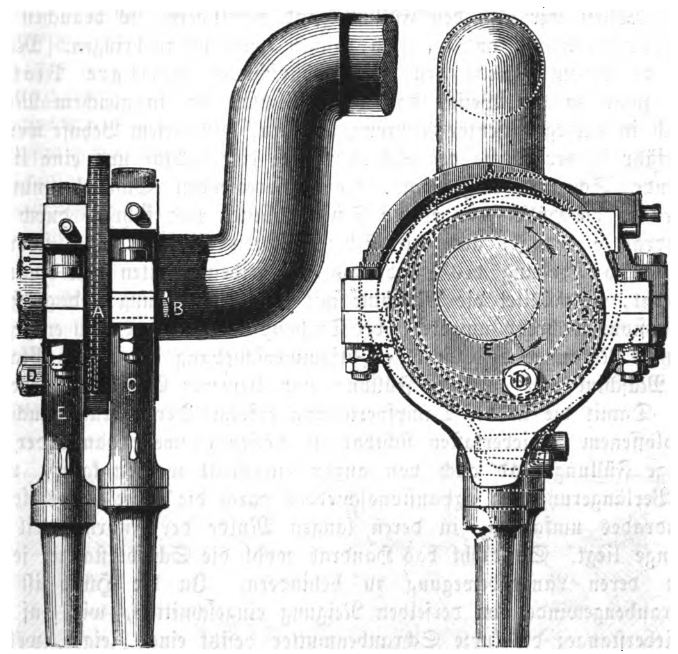


Fig. 119. Fig. 120.

der untere aufgekeilt ist. So erreicht der obere früher seine äußerste Stellung als der untere und kommt bereits zurück, während der untere noch immer nach vorwärts geht. Im Verlaufe dieser Bewegung öffnet und schließt der obere Schieber die Öffnungen o und o_1.

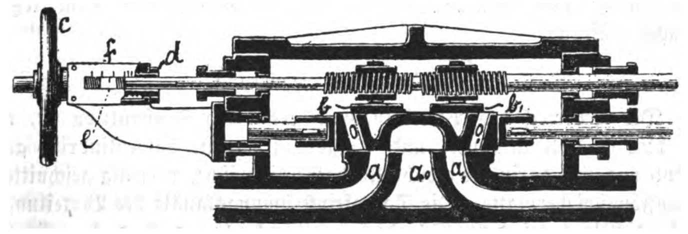


Fig. 121.

Es ist daher ersichtlich, daß der Dampf, in welcher Stellung sich auch der untere Schieber befindet, durch dessen Öffnungen nur so

lange in den Cylinder strömen kann, als der Kanal o beziehungsweise o_1 nicht durch die Platten b und b_1 verschlossen ist.

Wollen wir also den Füllungsgrad verringern, so brauchen wir bloß die Platten b und b_1 zum raschen Verschluß zu bringen. Mayer gibt zu diesem Zwecke dem Expansionsschieber stellbare Platten und zwar in der Weise, daß beide Platten sich in gleichem Maße, jedoch in entgegengesetzter Richtung bewegen. Zu diesem Behufe werden ungefähr in der Mitte der Schieberstange eine rechts- und eine links-gehende Schraube angebracht; die entsprechenden Schraubenmuttern passen in die Hülsen der oberen Schieberplatten und führen, durch das Handrad c bewegt, auch die Schieberplatten mit sich fort. Werden nun durch Drehung des Handrades die beiden Platten von einander entfernt, so arbeitet die Maschine mit kleinerer Füllung und größerer Expansion, während umgekehrt bei Drehung des Handrades in entgegen-gesetzter Richtung, d. h. infolge Zusammenschiebung der beiden Platten die Maschine mit größerer Füllung und kleinerer Expansion arbeitet.

Damit die in der Dampfverteilung erfolgte Veränderung auch bei geschlossenem Schieberkasten sichtbar ist, beziehungsweise damit der be-liebige Füllungsgrad auch von außen eingestellt werden kann, wird die Verlängerung des Expansionsschiebers durch die Hülse d des kleinen Handrades umfangen, in deren langen Mulde der Führungsteil der Stange liegt. So dreht das Handrad wohl die Schieberstange, jedoch ohne deren Längenbewegung zu behindern. In die Hülse ist ein Schraubengewinde von derselben Neigung eingeschnitten, wie auf die Schieberstange; die kurze Schraubenmutter besitzt einen Zeiger, welcher auf der in die Lagerung f gravierten Skala den der Verrückung der Platten b und b_1 entsprechenden Füllungsgrad ausweist.

Die Nachteile der Mayer'schen Steuerung sind die, daß die Schraubengewinde der Schieberstange sich rasch abnutzen und daß die Regulierung des Dampfverbrauchs, da sie mit der Hand geschieht, nicht immer dem thatsächlichen Kraftbedarf entspricht. Dem letzten Mangel hilft ab

c) Die Rider'sche Steuerung.

Der Oberteil des Verteilungsschiebers dieser Konstruktion ist, wie Fig. 122 u. 123 in Quer- und Längsschnitt zeigt, halbcylindrisch aus-gehöhlt und sitzt darin die gleichfalls halbcylindrische, dreieckig geschnittene Expansionsschieberplatte. Die Dampfeinströmungskanäle des Verteilungs-schiebers stehen auf dem Schieberspiegel senkrecht, doch drehen sie sich derart in dem Schieberkörper, daß ihre, sich auf der Cylinderfläche reibenden Kanten schief, und zu den Kanten des dreieckigen Expansions-schiebers parallel sind.

Wenn der Expansionsschieber um seine Stange gedreht wird, so verschließen seine Kanten mehr oder minder die Dampfeinströmungskanäle des Verteilungsschiebers. So kann der Füllungsgrad bei der Rider'schen Steuerung ganz einfach durch Drehung des Expansionsschiebers umgeändert werden. Dieselbe erheischt nur eine geringe Kraft und kann sonach auch durch den Regulator besorgt werden, zu welchem Zwecke seine Stange drehbar mit der Excenterstange verbunden und mittelst Hebels an die auf- und niedergehende Hülse des Centrifugalregulators befestigt wird, wodurch der Regulator den Füllungsgrad je nach Maßgabe des thatsächlichen Kraftbedarfes reguliert.

* * *

Die dargestellten Konstruktionen erheischen zwei Excenter, sind daher mit starker Reibung und hohen Kosten verbunden, davon ganz abgesehen, daß sie die Maschine komplizieren. Die Konstruktion, bei welcher bloß der Verteilungsschieber sich mittelst Excenters bewegt und den Expansionsschieber auf seinem Rücken trägt, bis denselben ein Anschlag zurückhält, zeigt:

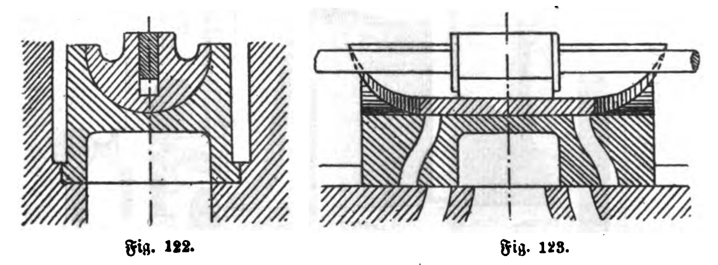


Fig. 122. Fig. 123.

d) Das Schleppschiebersystem.

Bei diesen Konstruktionen strömt so lange Dampf in den Cylinder, bis nach Zurückhaltung der oberen Schieberplatte der untere Schieber darunter so weit geglitten ist, daß dessen Dampfeinströmungskanal durch die obere Platte vollkommen verschlossen wird. So kann bei dieser Steuerung der Füllungsgrad dadurch reguliert werden, daß wir den Anschlag stellbar verfertigen; wird die obere Platte durch den letzteren früher zurückgehalten, so arbeitet die Maschine mit geringerer Füllung und umgekehrt.

Zur Stellung des Anschlages werden verschiedenartige Konstruktionen verwendet. Sehr gut entspricht die Lachapelle'sche Anordnung, welche wir in Fig. 124 darstellen. Die Platten J, J des Expansionsschiebers stoßen sich hier in die herausragenden Dorne von zwei geführten kleinen Stangen. Je eine Seite der beiden Stangen ist gezahnt und kann mittelst des in der Mitte angebrachten kleinen Zahnrades

einander näher gebracht, oder von einander entfernt werden, wodurch die Platten des Expansionsschiebers früher oder später in ihrer Bewegung gehemmt werden und dadurch eine größere oder kleinere Expansion hervorrufen.

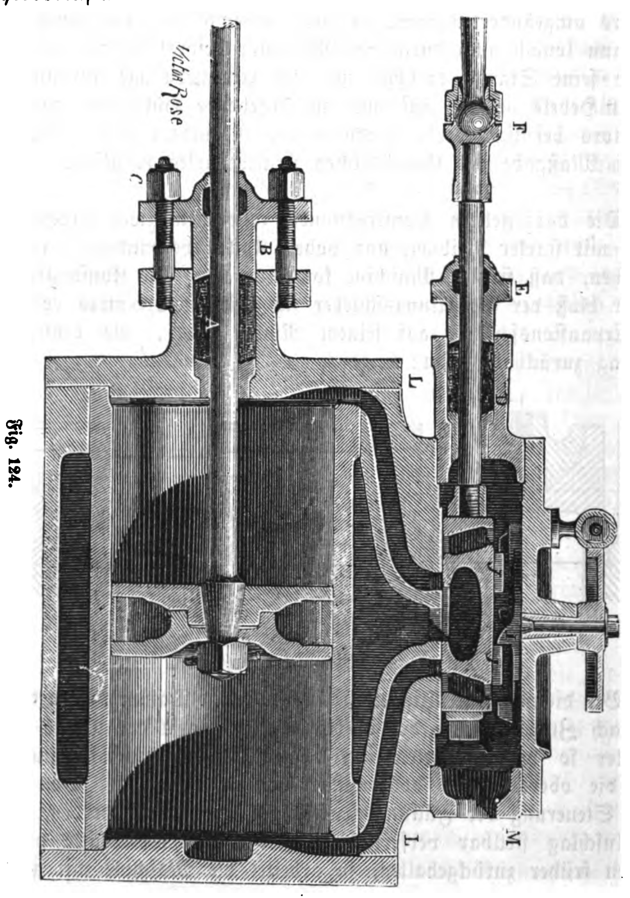


Fig. 124.

Die Umdrehung des kleinen Zahnrades erfolgt mit der Hand, oder selbstwirkend mittelst des Regulators. Die Regulierung mit der Hand erfolgt mittelst eines auf die Achse des Zahnrades verkeilten kleinen Hebels oder mittelst Handrades, während, wenn der Regulator die Expansion reguliert, die hängende Stange desselben eine Schraubenverzahnung besitzt und ihre auf- und niedergehende Bewegung mit Hilfe

eines Zahnrades auf das im Schieberkasten befindliche kleine Zahnrad, beziehungsweise auf die gezahnten Stangen überträgt.

Der Vorteil dieser Konstruktion gegenüber der Rider'schen besteht darin, daß sie einen geringeren Reibungsverlust verursacht und wohlfeiler ist. Ihr Nachteil ist das mit den Stößen einhergehende Geräusch, sowie der Umstand, daß sie die Umänderung des Füllungsgrades nur innerhalb enger Grenzen gestattet, und die Dampfeinströmung nur langsam verschließt. Diesen Nachteilen begegnet zum Teil:

e) Das kombinierte Schiebersystem (System Gerhauer).

Dasselbe ist in Fig. 124 dargestellt und wird von der Buckauer Firma Garrett an ihren Lokomobilen angewendet. Bei dieser Konstruktion sind auf den Grund- oder Verteilungsschieber G ebenfalls Expansionsschieberplatten e und f angebracht, doch mit dem Unterschiede, daß die Anschlagsringe l und k jetzt nicht fix sind, sondern ebenfalls

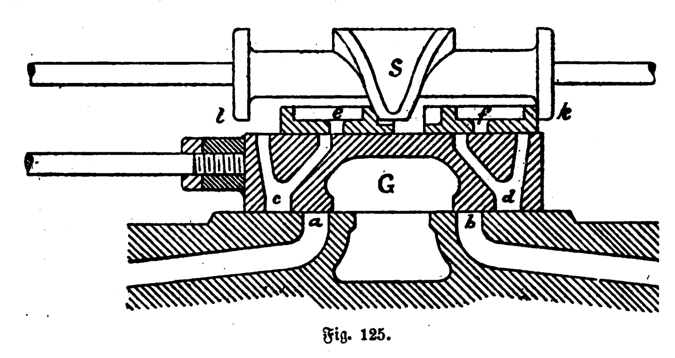


Fig. 125.

durch eine mittelst Excenters bewegte Schieberstange hin- und herbewegt werden und somit die Expansionsplatten auch durch dieselben bewegt werden. Zur Regulierung des Expansionsgrades dient das auf der Anschlaghülse befindliche Keilstück s, welches ebenso wie bei der Rider'schen Steuerung durch den Regulator umgedreht wird, und wird dadurch die Entfernung der beiden Platten, resp. die Dauer der Einströmung bestimmt.

3. Behandlung der Steuerungen.

Die richtige Behandlung der Steuerungen bildet eine der wesentlichsten Aufgaben des Maschinisten. Behufs Herabminderung der Reibung zwischen Schieber und Schieberspiegel, sowie auch zwischen den beiden Schiebern muß auch für das Schmieren der Reibungsflächen gesorgt werden, zu welchem Zwecke man geschmolzenes reines Talg, oder noch besser Valvolineöl verwenden kann. Die Reibungsflächen sind selbst-

verständlich genau zusammenzufügen und auf einander aufzuschleifen; ferner muß der Maschinist sich vollkommen verstehen auf die richtige Einstellung der Schieber und die Kontrolle derselben, sowie auf eine etwaige Umänderung der Umdrehungsrichtung.

a) Aufrichten des Schiebers.

Da der Schieber und dessen Spiegel sich ungleichmäßig abnutzen, so müssen sie mit der Zeit neu aufgerichtet werden, weil sonst der frische Dampf durch die entstandenen Lücken hindurch ins Freie entweichen kann. Der Schieber wird in der Regel auf seinem eigenen Spiegel aufgerichtet, und zwar in der Weise, daß wir auf dem Schieberspiegel Öl mit Schmirgelpulver vermengen, und den Schieber mit gleichmäßigem Drucke darauf reiben.

Da aber der Schieber und der Schieberspiegel nicht gleichmäßig hart sind, und auch das Schmirgelpulver sich nicht gleichmäßig verteilt, so entstehen auf beiden Flächen geringe Beulen, welche mittelst eines scharfen Schabers zu entfernen sind. Die Beulen sind am leichtesten in der Weise zu erkennen, daß wir die gereinigten Flächen mit feinem Minium bestreichen und leicht aneinander reiben, wodurch die herausragenden Flächen glänzend werden.

Das Abschaben und die Miniumprobe sind so lange fortzusetzen, bis das Minium sich von beiden Flächen gleichmäßig abstreift.

Der gut aufgerichtete Schieber schließt dampfdicht. Um uns hiervon zu überzeugen, bringen wir den Schieber in seine Mittelstellung, in welcher er bekanntlich alle Dampfeinströmungsöffnungen verschließt. Hier sei wiederholt bemerkt, daß der Schieber in der Weise in seine Mittelstellung zu bringen ist, daß wir die Kurbel so lange drehen, bis der Excenterradius vertikal auf die Richtung der Schieberstange zu stehen kommt. Nun wird Dampf in den Schieberkasten gelassen, und werden die Wasserablaßhähne des Dampfcylinders geöffnet. Strömt zu den letzteren Dampf heraus, so kann solcher nur durch die schlecht schließenden Schieberplatten hindurch in den Cylinder geraten sein, während, wenn zu den Hähnen gar kein Dampf herausströmt, dies ein Zeichen dafür ist, daß der Schieber einen vollkommen dampfdichten Verschluß bietet.

Von dem richtigen Schließen des Schiebers soll man sich jedesmal Überzeugung verschaffen, so oft man wahrnimmt, daß bei normalem Betriebe mehr Dampf als gewöhnlich zum Schornstein herausströmt. Wie erinnerlich, kann die Ursache dieser Erscheinung auch die sein, daß zwischen Kolben und Cylinder Dampf entweicht.

b) Bestimmung und Umänderung der Umdrehungsrichtung.

Die Maschine kann weder aus dem toten Punkte, noch wenn der Schieber die Öffnung der Einströmung verschließt, in Gang gebracht werden. Die Maschine muß behufs Ingangsetzung in die sogenannte Anfangsstellung gebracht, d. h. aus dem toten Punkte in der Richtung der Bewegung um einen kleinen Winkel verschoben werden. Vorerst muß man jedoch im Klaren darüber sein, welche die richtige Umdrehungsrichtung der Maschine ist, was sehr leicht festgestellt werden kann, wenn man bedenkt, daß die Maschine aus ihrer toten Lage sich nur dann in Gang bringen läßt, wenn der Schieber, welcher ursprünglich nur mit einer Voröffnung von 2—3 mm öffnet, den Dampfeinströmungskanal immer besser erschließt. Wird also die Maschine aus ihrer toten Stellung in Gang gesetzt, so muß der Excenter in einer Richtung mit der Kurbel in Gang geraten und vor der Kurbel gehen.

Die Umdrehungsrichtung wird verändert, indem man den Excenter derart umkeilt, daß sein Radius, mit der Hauptkurbel in der entgegengesetzten Richtung denselben Winkel bildend (90^0 plus den Voreilungswinkel), noch immer vor derselben geht.

Um die mühevolle Umkeilung zu ersparen, wird in der Praxis die Excenterscheibe nicht auf die Hauptwelle verkeilt, sondern, wie dies in den Fig. 115 u. 116 dargestellt ist, bloß mittelst Klemmschraube mit der an die Hauptwelle der Maschine gut befestigten Scheibe verbunden. Selbstverständlich ist in diesem Falle die Excenterscheibe, den zwei Umdrehungsrichtungen entsprechend, mit zwei Öffnungen zu versehen.

Auch mit den in den Fig. 117, 118, 119 und 120 dargestellten Expansionsexcentern läßt sich die Umdrehungsrichtung umändern, wenn wir die Scheibe in der entsprechenden Längenöffnung hoch genug heben, beziehungsweise tief genug unter die Horizontale senken, sodaß sie in eine proportionale Stellung zur früheren Lage des Excenters gerät.

c) Regulieren der Steuerungen.

Die Steuerungen sind derart einzustellen, daß die Dampfverteilung an beiden Seiten des Cylinders eine vollkommen gleichmäßige ist, denn nur so wird die Maschine ohne Stöße gehen.

Bei der Einstellung der Steuerung werden, um die Maschine leichter drehen zu können, die Ausblasehähne des Cylinders geöffnet. Die Bahn des Kreuzkopfes wird wie zuvor auf der Geradführung bezeichnet, und in zehn gleiche Teile geteilt.

α) Regulieren der Steuerungen mit fixer Expansion.

Welcher Art auch die Steuerung ist, die wir montieren, so muß der Grund oder Verteilungsschieber stets auf die nämliche Weise ein-

gestellt werden und zwar so, daß der Schieber an beiden Seiten eine gleiche Voröffnung gibt. Bei der Regulierung der Steuerung ist zu berücksichtigen, daß zur Einstellung der gleichen Voröffnung die Länge der Schieberstange, während zur Regulierung der Dauer der Einströmung der Excenter dient.

Der Schieber wird auf gleiche Voröffnung in der Weise eingestellt, daß die Kurbel auf den einen toten Punkt gestellt, und die Schieberstange durch Stellschrauben dermaßen verlängert oder gekürzt wird, daß der Schieber den Dampfeingangskanal an der Seite des Kolbens mit etwa 2—3 mm öffnet; die Größe dieser Öffnung wird am einfachsten an einem eingeschobenen Holzkeile bezeichnet. Sodann wird die Kurbel in den anderen toten Punkt gebracht, und die Voröffnung dort auf die nämliche Weise bemessen. Nun wird die Mitte zwischen den auf den Holzkeil erhaltenen zwei Zeichen bestimmt und die Länge der Schieberstange in der Weise eingestellt, daß der Keil, bei welcher toten Stellung der Kurbel auch immer, sich bis zu diesem Mittelzeichen in den Dampfeinströmungskanal schieben läßt.

Bei Steuerungen mit fixer Expansion wird der Füllungsgrad durch den Aufkeilungswinkel des Excenters und durch die Größe der äußeren Deckung bestimmt und seine Umänderung erfolgt in der bereits beschriebenen Weise durch Umänderung des Voreilungswinkels und durch Anbringung von Zusatzplatten auf dem Schieber. Die Aufkeilung des Excenters ist auch dann umzustellen, wenn aus starken Stößen der Maschine darauf gefolgert werden kann, daß der Dampfcylinder an seinen beiden Seiten ungleiche Füllungen erhält, was zumeist durch die Kürze der Pleuelstange verursacht wird. Diesem Übelstand zu begegnen, wird, wie folgt, verfahren:

Ist die Steuerung beispielsweise auf 0,4 Füllungsgrad angelegt, so wird die Kurbel von ihrem toten Punkte ausgehend in der Richtung ihrer normalen Umdrehung so lange gedreht, bis das Zeichen auf dem Kreuzkopfe zu dem Teilungspunkte 4 der in bereits geschilderten Weise eingeteilten Geradführung kommt. In dieser Stellung verschließt der Schieber die Dampfeinströmung; sonst wird der Excenter abgekeilt und so lange auf der Hauptwelle gedreht, bis der Verschluß durch den Schieber ein vollkommener ist. Nun wird der Excenter in solcher Stellung provisorisch aufgekeilt und jener Punkt bezeichnet, wo der Excenterradius die Hauptwelle erreicht; sodann wird die Kurbel weitergedreht, bis der Kreuzkopf, den toten Punkt passierend, auf dem Rückwege zum Teilungspunkte 6 kommt, in welcher Stellung der Schieber den an der Seite des Kolbens befindlichen Eingangskanal gleichfalls schließen sollte. Indessen hat infolge der Kürze der Pleuelstange der Schieber den Eingangskanal bereits früher geschlossen, daher

denn auch der Excenter aufs neue abgekeilt und bis zu jener Stellung zurückgedreht wird, wo der Schieber den Einströmungskanal schließt; hier wird die Stellung des Excenterradius abermals auf der Welle verzeichnet, der Excenterradius in die Mittellinie der beiden bezeichneten Punkte gestellt und der Excenter in dieser Stellung endgiltig auf die Welle gekeilt. Der Schieber gibt infolge dieser Regulierung wohl nicht genau eine 0,4 Füllung, doch wird er jedenfalls an beiden Seiten des Kolbens eine gleichmäßige Dampfverteilung bewirken und den Stößen ein Ziel setzen.

β) Regulieren der Steuerungen mit variabler Expansion.

Die gleichmäßige Voröffnung ist genau so zu regulieren, wie zuvor; sodann wird die Kurbel der Reihe nach auf die Teilungspunkte 1, 2, 3, 4 ..... der Geradführung gestellt und die Excenterscheibe auf der auf die Hauptwelle befestigten Scheibe jedesmal so weit verschoben, daß der Schieber in den entsprechenden Stellungen die Dampfeinströmung verschließt, was bekanntlich den Beginn der Expansion bezeichnet.

Diese Punkte werden auf dem Zifferblatte der Excenterscheibe oder, wie in den Fig. 119 und 120, auf der Welle provisorisch bezeichnet und wird sodann, damit die Dampfverteilung an den beiden Seiten des Kolbens eine gleichmäßige ist, die Kurbel über den toten Punkt hinaus gedreht, der Schieber bei den Punkten 9, 8, 7, 6 ..... des Rückweges abermals mittelst der Excenterscheibe zum Schließen gestellt, und die betreffenden Punkte wieder verzeichnet. Die einem und demselben Füllungsgrade entsprechenden Zeichen fallen auf dem Zifferblatte nicht in eine Linie, der entsprechende Füllungsgrad wird daher in der Mittellinie je zweier Punkte bezeichnet. Soll die Maschine auch in umgekehrter Richtung laufen, so wird der Excenter dem entsprechend verschoben und das obige Verfahren wiederholt sich nun auch für diese Seite.

γ) Regulieren der Zweischiebersteuerungen.

Der Grundschieber ist, wie wir dies bereits wiederholt erwähnt, einfach auf gleiche Voröffnung zu stellen und zwar genau so, wie wir dies bei dem einfachen Schieber erörtert haben.

Der Expansionsschieber hingegen ist je nach den verschiedenen Konstruktionen auf verschiedene Art zu regulieren, doch ist das zu befolgende Prinzip sehr einfach und identisch für alle Konstruktionen.

Da die verschiedenen Füllungen des Expansionsschiebers, wie in den Fig. 119 und 120, sich mittelst des Expansionsexcenters regulieren lassen, so wird dieser Excenter genau so reguliert, wie wir dies bereits

besprochen haben, nur ist auf die Voröffnung des Expansionsschiebers nunmehr keinerlei Rücksicht zu nehmen und ist bei den verschiedenen Füllungsgraden nur darauf zu achten, wann der obere Schieber die Dampfeinströmungskanäle des unteren verschließt.

Soll der Füllungsgrad mittelst Mayer'scher Expansionsplatten reguliert werden, so wird die Kurbel gleichfalls auf die verschiedenen Expansionspunkte gedreht und werden die beiden Platten des Expansionsschiebers in jeder, den einzelnen Füllungsgraden entsprechenden Stellung mittelst des kleinen Handrades (s. Fig. 121) so lange auseinander geschoben, bis die Dampfeinströmung eben geschlossen ist; die entsprechenden Punkte werden auf dem Zifferblatte f provisorisch verzeichnet. Hierauf wird dieses Verfahren auch auf die Punkte 9, 8, 7, 6 ..... des Rückganges wiederholt und ergibt die Halbierungslinie je zweier Punkte die auf dem Zifferblatte zu bezeichnenden engiltigen Stellungen.

Bei der Regulierung des Expansionsschiebers der Rider'schen Steuerung wird in derselben Weise verfahren, nur soll hier der Expansionsschieber bei den verschiedenen Füllungspunkten nicht hinweggezogen, sondern um seine Achse gedreht werden, bis die Dampfeinströmung bei den entsprechenden Füllungsgraden verschlossen ist; diese Stellungen sind auf dem Zifferblatte der den Expansionsschieber umfassenden Hülse zu verzeichnen.

Bei Steuerungen des Schleppschiebersystems wird der Füllungsgrad durch Stellung des Anschlages reguliert. Das Verfahren ist das nämliche wie in den vorhergehenden Fällen, der Kreuzkopf wird auf die den verschiedenen Füllungsgraden entsprechenden Teilungspunkte gestellt, sodann werden die Anschläge so weit auseinandergestellt, daß die Schlepplatten die Dampfeinströmung in der entsprechenden Stellung verschließen und werden diese Stellungen auf der Scheibe, welche sich auf der Achse des Anschlages befindet, verzeichnet.

Die Regulierung der Gerhauer'schen Steuerung ist identisch mit derjenigen der Rider'schen Steuerung.

d) Nachrichten und Prüfen der Steuerung mittelst Dampfes.

Bei dem bisher befolgten Verfahren war vorausgesetzt, daß die Lager der Hauptwelle und der Cylinder fest mit einander verbunden sind; ist jedoch die Hauptwelle ohne besondere Grundplatte auf den Dampfcylinder befestigt, so wechselt durch die Ausdehnung des Kessels die Entfernung zwischen Hauptwelle und Dampfcylinder. Bei solchen Maschinen ist der Schieber nach seiner richtigen Einstellung noch um 2—3 mm zurückzustellen, damit er nach seiner Ausdehnung sich in richtiger Stellung befindet. Da die Größe dieser nachträglichen Berichtigung sich nicht genau berechnen läßt, so ist die Länge der Schieber-

stange von außen veränderbar herzustellen und die richtige Stellung des Schiebers mit Dampf zu erproben.

Um zu erfahren, auf welcher Seite des Dampfcylinders die Voröffnung eine größere ist, wird die Kurbel in einem der toten Punkte gestellt, der Wasserablaßhahn des Cylinders geöffnet und die Stärke des daraus hervorschießenden Dampfstrahles beobachtet. Sodann wird die Kurbel in den anderen toten Punkt hinübergedreht, und unser Verfahren wiederholt. An der Seite, wo mehr Dampf hervorströmt, ist die Voröffnung eine größere, und darum ist durch Veränderung der Länge der Schieberstange auch der Schieber nach jener Seite hin ein wenig zu verschieben, bis die hervorströmenden Dampfstrahlen gleich groß erscheinen.

Sind wir auf solche Weise nicht im stande, den Unterschied wahrzunehmen, so bestimmen wir an beiden Seiten des Kolbens die Größe des Füllungsgrades in der auf Seite 162 geschilderten Weise, und verschieben den Schieber wieder nach jener Seite, wo wir eine größere Füllung finden.

D. Vorrichtungen zur Regulierung der Gleichmäßigkeit.

Unter Vorrichtungen zur Regulierung der Gleichmäßigkeit verstehen wir diejenigen Maschinenbestandteile, welche die Bestimmung haben, die in der Bewegung der Maschine aus dem wechselnden Widerstande und der Ungleichmäßigkeit der Dampfkraft sich ergebenden Unregelmäßigkeiten auszugleichen.

Der auf den Kolben geübte wechselnde Dampfdruck wird durch Vermittlung der Kolbenstange und der Pleuelstange auf die Kurbel übertragen und bewirkt daselbst eine Triebkraft, welche in dem toten Punkte gleich Null ist und von da mit dem Verdrehungswinkel zunimmt, bis sie, deren Gipfelpunkt ersteigend, abermals abnimmt und nach einer halben Drehung der Kurbel wieder gleich Null wird. Diese Ungleichmäßigkeiten werden durch Benutzung des in der Masse des Schwungrades geborgenen Beharrungsvermögens ausgeglichen.

Die sich hin und her bewegenden Teile der Dampfmaschine, wie der Kolben mit der Kolbenstange, die Pleuelstange und die Kurbel rufen durch Übertragung ihrer Massen auf der ganzen Lokomobile Schwerpunktveränderungen und somit vibrierende Bewegungen hervor, durch welche die Lokomobile erschüttert wird. Diese schädlichen Bewegungen werden durch Ausbalanzierung der Massen und durch Fixierung der Lokomobile bei ihrer Aufstellung thunlichst herabgemindert.

Indessen kann während des Betriebes auch das Hindernis sich verändern, und modifiziert sich infolge des veränderten Widerstandes

auch die Umdrehungszahl der Maschine; zur Abwendung solcher Ungleichmäßigkeiten können wir die im Verhältnis der Umdrehungsgeschwindigkeit wechselnde centrifugale Kraft benutzen, welche, auf dem Regulator angewendet, die Kraft mit dem Widerstande in unausgesetztem Einklang erhält.

1. Das Schwungrad.

Da das Beharrungsvermögen der sich drehenden Masse um so größer ist, je weiter dieselbe von der sich drehenden Welle zu liegen kommt, so ist der Durchmesser des Schwungrades möglichst groß anzulegen und die Masse desselben je nach Thunlichkeit im Kranze des Rades unterzubringen. Der kompakte gußeiserne Kranz ist durch gerade oder gebogene Speichen mit der an die Hauptwelle verkeilten Nabe verbunden. Speichen werden darum gebogen angefertigt, weil in solchen die Spannung eine geringere, als in geraden ist.

Die Lokomobile wird häufig transportiert, sie ist darum möglichst leicht herzustellen; aus diesem Grunde kann für das Schwungrad nicht das eigentlich erwünschte Gewicht gewählt werden und sind wir auch in Hinsicht des Durchmessers an gewisse Grenzen gebunden, so daß wir die aus der Umdrehungskraft entspringenden Ungleichmäßigkeiten kaum vollständig werden vermeiden können.

In den meisten Fällen trägt der Kranz des Schwungrades zugleich die Kraft auf die Arbeitsmaschine über, und muß also, dem Riemen entsprechend, genügend breit hergestellt werden. Damit der Riemen leichter in der Mittellinie des Schwungrades verharrt, wird der Kranz des letztern leicht gesattelt hergestellt. In manchen Fällen wird die Arbeitsmaschine nicht mit Riemen, sondern mit Seil getrieben; in solchen Fällen bekommt der Kranz des Schwungrades zur Aufnahme des Seiles eine Nute.

2. Die Regulatoren.

Aufgabe des Regulators ist, die Geschwindigkeit der Dampfmaschine dadurch zu stabilisieren, daß er durch seine im Verhältnis zur Geschwindigkeit wechselnde Bewegung nach Maßgabe des Widerstandes auch die Dampfkraft verändert. Der Regulator ist entweder mit der Drosselvorrichtung verbunden, und reguliert durch Veränderung der Dampfeinströmungsöffnung den Dampfdruck, oder er ist mit der Steuerung verbunden und verändert die Dauer der Dampfeinströmung; in beiden Fällen wird also durch ihn die Dampfkraft je nach der faktisch zu verrichtenden Arbeit gesteigert oder verringert.

Mit Bezug darauf, ob der Regulator auf die Drosselvorrichtung oder auf die Steuerung wirken soll, sei bemerkt, daß, obgleich im ersten

Falle infolge der Drosselung des Dampfes der Dampfdruck abnimmt, die Verbindung des Regulators mit der Drosselvorrichtung gleichwohl im allgemeinen als vorteilhafter angesehen werden muß; denn die Lokomobile hat in kurzen Zeitintervallen zu oft wechselnden Widerstand zu besiegen, und da zur Ausgleichung des letzteren das leichte Schwungrad nicht genügend ist, so könnte es, wenn der Regulator auf die Steuerung wirkte, geschehen, daß er in der Hälfte des Hubes den Dampfkanal wieder öffnen würde, was natürlich starke Stöße ergeben müßte. Allein, auch wenn wir von diesen Extremen absehen, so wird bei einem auf die Steuerung wirkenden Regulator die Dampfverteilung, z. B. beim Drusche, eine sehr unregelmäßige sein. Bei Lokomobilen hingegen, welche zur Verrichtung einer dauernden Arbeit, so zum Mühlbetriebe u. s. w. berufen sind, entsprechen jene Konstruktionen vorzüglich, bei welchen der Regulator den Grad der Füllung reguliert; doch zeigt sich ein eigentlicher Vorteil auch da lediglich bei Maschinen mit Steuerungen des Zweischiebersystems.

* * *

Bei dem gewöhnlichen Watt'schen Regulator (s. Fig. 126) wird die vertikal gelagerte Achse a durch das Zahnrad b oder durch eine Riemenscheibe von der Hauptwelle her bewegt; ihre Geschwindigkeit wird sonach beständig mit derjenigen der Maschine in proportionalem Zusammenhange stehen. Auf das Gelenk c dieser Achse sind mittelst der Stangen $e e^1$ die Kugeln d und d^1 eingehängt, welche, von der centrifugalen Kraft getrieben, sich nach außen hin bewegen, d. h. sie heben sich, wenn die Geschwindigkeit der Achse zunimmt und umgekehrt. Diese Bewegung der Kugeln wird durch die sich in die Gelenke f und f^1 klammernden kleinen Arme auf die Hülse g übertragen, welche locker auf der Achse sitzt und frei dem Heben oder Senken der Kugeln folgt. In die Nute h der Hülse reicht der gabelförmige Arm eines Winkelhebels, welcher um den Gelenkpunkt i mittelst Hebelarmes die Bewegung des Regulators auf die Drosselvorrichtung oder auf die Steuerung überträgt. Der Hub der Hülse wird durch den Ring k begrenzt.

Die in den Kugeln des Regulators entstehende centrifugale Kraft hat daher das Gewicht der zu treibenden Masse, die Reibung der sich bewegenden Teile, sowie den in der Drosselvorrichtung oder an der Steuerung auftretenden Widerstand zu bewältigen.

Ist diese Centrifugalkraft groß genug, d. h. besitzt der Regulator die hinreichende Kraft, so wird der letztere den Widerstand besiegen und mit einer gewissen Anzahl von Umdrehungen in Gleichgewicht verharren; und so werden, sobald z. B. die Hauptwelle durch Zunahme der Betriebshindernisse oder durch Abnahme der Triebkraft sich langsamer umdreht, die Kugeln des Regulators sich sofort senken und auf das

Drosselventil oder auf die Steuerung einwirkend, die Dampfkraft vergrößern und dadurch die Umdrehung der Hauptwelle wieder auf die normale Geschwindigkeit zu bringen trachten.

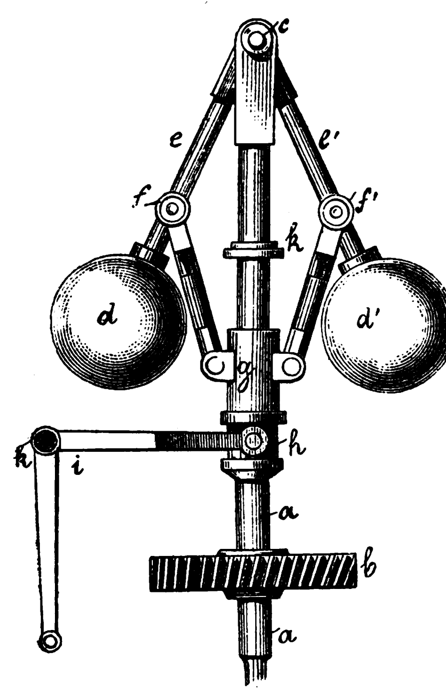
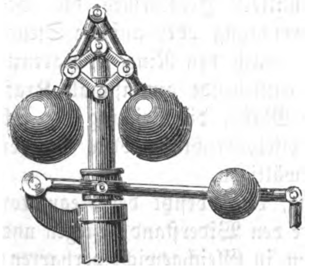


Fig. 126.

Der Betrieb der Maschine wird indes genau nur dann reguliert, wenn der Regulator genügend empfindlich ist, d. h. wenn er schon bei einer geringen Veränderung der Umdrehungszahl zu wirken beginnt, und wenn ein nur geringes Heben oder Senken der Kugeln wahrnehmbare Veränderungen in der Dampfeinströmung ergibt.

Um nicht allzu hohe Regulatoren anwenden zu müssen, wird auf die die Achse des Regulators umfassende Hülse ein Gewicht angebracht, das in der Regel ausgehöhlt ist und auch noch durch besondere Belastungen vergrößert werden kann, wodurch sich die Empfindlichkeit des Regulators nach Maßgabe des Bedarfes verändern läßt. Bei so belasteten Regulatoren sind die Kugeln kleiner als bei jenen der Watt'schen Konstruktion.


Fig. 127.

Indessen können auch kurze Regulatoren ohne Gegengewicht ausreichend sein, wenn ihre Arme, wie bei dem in Fig. 127 dargestellten Andrade'schen Regulator, durch Stäbchen, die ein Parallelogramm bilden, mit der Hülse verbunden sind.

Der in Fig. 128 abgebildete Regulator von Kley, dessen Arme quer hängen, ist fast astatisch, d. h. er kommt beinahe mit einer und derselben Geschwindigkeit ins

Gleichgewicht und kann sonach sehr vorteilhaft verwendet werden. In unserer Zeichnung ist zugleich ersichtlich gemacht, wie der Regulator die Bewegung seiner Hülse auf die Steuerung überträgt.

In Fig. 129 ist der Buß'sche Regulator anschaulich gemacht, bei welchem beide Kugeln mit Gegengewicht versehen sind und sich um das in gewisser Entfernung von der Regulatorachse befindliche Gelenk schwingen können. Auch dieser Regulator ist in jeglicher Stellung fast astatisch, nimmt überdies einen kleinen Raum ein und verschiebt

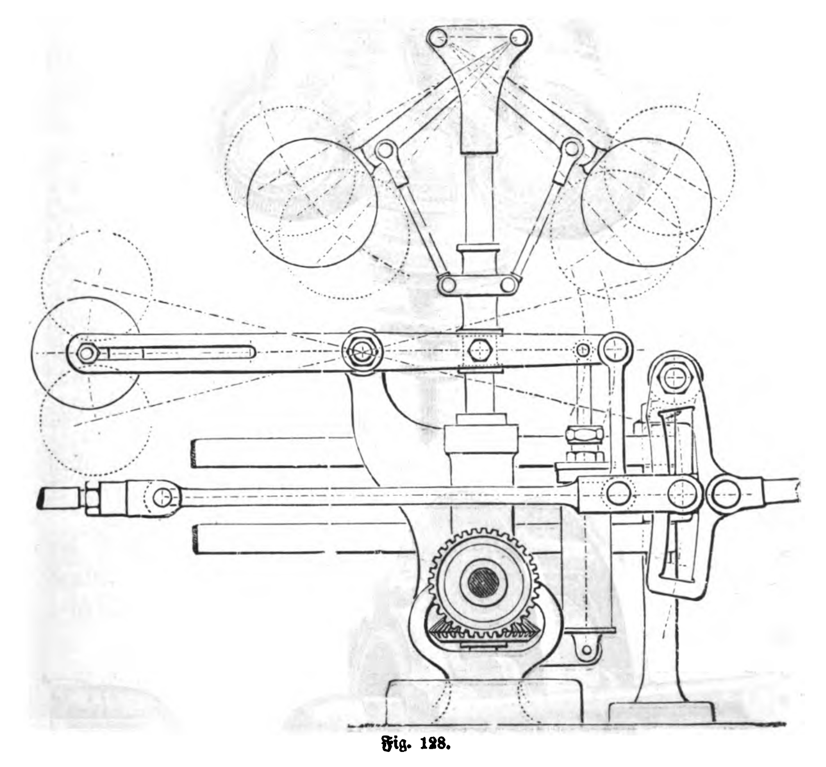


Fig. 128.

die Hülse zwischen weiten Grenzen mit großer Energie, welche Eigenschaften seine Verwendung wohl empfehlen.

In den Fig. 130 und 131 endlich stellen wir den von den bisherigen wesentlich abweichenden Regulator von Turner-Hartnell dar, welcher bei einer Veränderung der Geschwindigkeit der Hauptwelle unmittelbar den Expansionsexcenter verstellt. Zwischen die fest auf die Hauptwelle befestigten Scheiben sind Zapfen gefaßt, um welche die

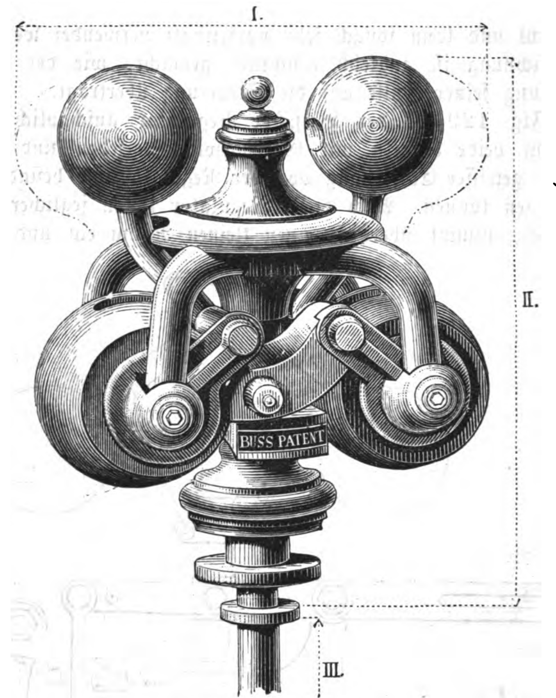


Fig. 129.

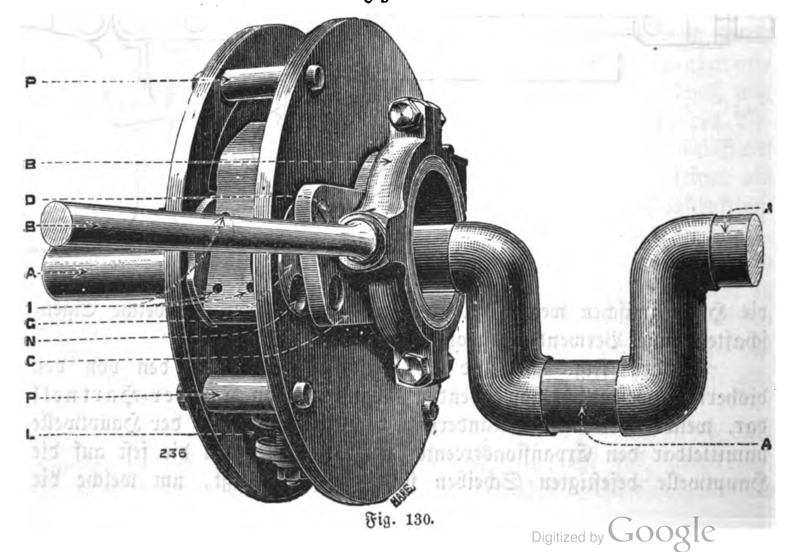


Fig. 130.

gegen die Hauptwelle gezogenen Regulatorgewichte H H sich mittelst der Spiralfedern L L verschieben können, wodurch die Excenterscheibe verdreht und der Füllungsgrad modifiziert wird.

Durch Anziehung der Schrauben M können die Federn besser gespannt, und kann dadurch die Geschwindigkeit der Maschine gesteigert werden. Doch ist darauf zu achten, daß die Schrauben beider Federn gleichmäßig angezogen werden.

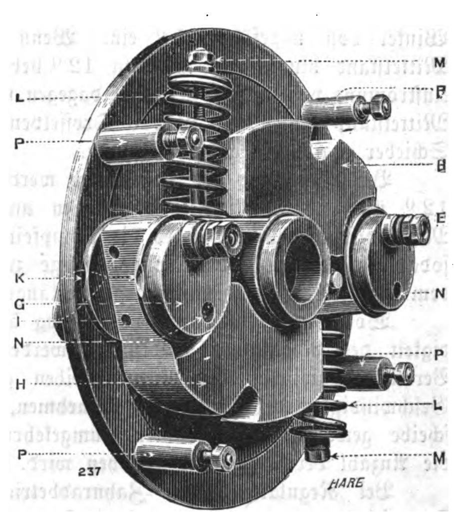


Fig. 131

Soll die Umdrehungsrichtung der Maschine geändert werden, so werden die Schrauben E gelöst und die Zapfen D herausgezogen; sodann wird die Hauptwelle so lange gedreht, bis die in den Zapfen des Regulatorgewichts befindlichen Bohrungen N gegenüber der entsprechenden Bohrung der Excenterscheibe C zu liegen kommen, alsdann werden die Zapfen D in die Bohrung N gesteckt und die Schrauben E wieder angezogen.

Die Fig. 130 stellt die Verbindung des Expansionsexcenters mit der Schieberstange dar; auch können wir sehen, daß die ganze Konstruktion bekleidet und folglich vor Staub und Schmutz vollkommen geschützt ist.

* * *

Hinsichtlich der Behandlung des Regulators bemerken wir, daß, da der Regulator nur dann empfindlich sein wird, wenn er einen nur geringen Reibungswiderstand zu bewältigen hat, die sich reibenden Teile reinzuhalten und fleißig zu schmieren sind. Wenn die Gelenke infolge von Staub oder Rost schwer gehen, so sind sie genügend zu schmieren und einigemal mit der Hand zu bewegen, worauf sie bald in Ordnung kommen; während der Arbeitspause sind sie jedoch gänzlich zu reinigen. Wenn der Regulator durch die Hauptwelle mittelst Riemens oder Seiles getrieben wird, so ist der Riemen stets straff zu halten; denn der Riemen dehnt sich mit der Zeit und besorgt dann die Übertragung der Umdrehung der Hauptwelle nicht mehr korrekt. Da der Riemen

den Unbillen der Witterung ausgesetzt, auch sonst leicht verdirbt, so ist es zweckmäßig, den Regulator durch Zahnradübersetzung zu treiben.

Der Regulator ist derart einzustellen, daß durch das Drosselventil hindurch so viel Dampf in den Cylinder strömen kann, als zur Verrichtung der Arbeit erforderlich ist. Bei den gewöhnlichen Regulatoren schließen alsdann die Arme der Kugeln mit der Regulatorachse einen Winkel von ungefähr 45° ein. Wenn die Arme sich über diesen Mittelstand hinaus um ungefähr 12° heben, so sperren sie die Dampfeinströmung vollständig; wenn sie dagegen sich um ebenso viel unter den Mittelstand senken, so ist das Drosselventil ganz geöffnet, d. h. der Schieber ergibt die größte Füllung.

Bei Einstellung des Regulators werden also die Kugeln um etwa 12° über ihren Mittelstand gehoben und das Drosselventil in dem Maße niedergedrückt, daß es die Dampfeinströmung vollkommen sperrt; sodann wird das Verbindungsgestänge zwischen dem Regulator und dem Drosselventil dementsprechend verlängert oder gekürzt.

Wollen wir die Dampfeinströmung ändern, so kann die Geschwindigkeit des Regulators modifiziert werden, zu welchem Zwecke das Verhältnis zwischen den Riemenscheiben geändert wird; so wird die Geschwindigkeit des Regulators abnehmen, wenn die größere Riemenscheibe gewählt wird, während umgekehrt die kleinere Riemenscheibe die Anzahl der Drehungen erhöhen wird.

Bei Regulatoren mit Zahnradbetrieb wird zur Änderung der Dampfeinströmung an dem auf die Hülse befestigten Hebelarm ein verschiebbares Gewicht angebracht, welches nach innen geschoben die Hindernisse des Regulators verringert, wodurch die Kugeln des Regulators sich rascher bewegen, während die Entfernung des Gewichtes den Widerstand erhöht und dadurch den Regulator in seiner Empfindlichkeit beeinträchtigt.

III. Der Lokomobilwagen.

Die Bedingungen, die an die Konstruktion des Lokomobilwagens geknüpft werden, sind, daß sie stark und dauerhaft ist, selbst auf schlechten Straßen einen leichten Transport ermöglicht, sich leicht lenken läßt und selbst die am tiefsten gelegenen Teile der Lokomobile noch ungefähr 300 mm hoch über der Erdfläche hält, damit auf weichen und steinigen Straßen keine Beschädigungen vorkommen kann.

Die Anordnung der Räder stimmt mit derjenigen der gewöhnlichen Wagenkonstruktionen überein. Die untere Räderachse ist fest mit dem hinteren Teil des Kessels verbunden, während die Achse der vorderen Räder verdrehbar mit der Lokomobile zusammenhängt.

Beim Transport auf steilen Wegen ist die Lokomobile mit einer Bremsevorrichtung zu versehen, zu welchem Zwecke am einfachsten eine an einer Kette hängende Radsperre benutzt wird.

1. Das Gestell der Lokomobile.

Das Gestell der Lokomobile besteht in der Regel aus der hinteren Achse und dem Vorderwagen. Der Oberteil des Vorderwagens der Lokomobile wird fest mit der hinteren Achse verbunden. Damit bei einer Umwendung die Fahrräder sich nicht an den Seitenwänden der Lokomobile reiben, führen zwei Ketten von der vordern zur hintern Achse; bei jeder Umwendung spannt sich nun eine dieser beiden Ketten, und verhindert dadurch die weiteren Umdrehungen der Räder, während bei der Fahrt in gerader Richtung beide Ketten schlaff herabhängen. Anstatt dieser Ketten kann man auch die Begrenzung der Verdrehung durch Nasen an dem Drehschemel bewirken.

Der Vorderwagen der Lokomobile wird durch einen Drehschemel gebildet, welcher derart konstruiert sein soll, daß er nicht allein die Schwenkung der vorderen Achse, sondern innerhalb gewisser Grenzen auch das Heben und Senken derselben in vertikaler Ebene gestattet, da es nur so möglich ist, auf schlechter Straße alle vier Räder den Boden erreichen zu lassen.

Ein Drehschemel solcher Konstruktion ist bei der in Fig. 5 dargestellten Lokomobile verwendet; bei derselben wird an das an den Kessel genietete und darunter im rechten Winkel abgekrämpte Blech ein flacher Eisenring befestigt, welcher auf dem gleichgroßen Ringe des an die vordere Achse befestigten Deichselträgers aufliegt; durch die abgekrämpte Blechplatte und die vordere Achse wird ein Zapfen hindurchgesteckt, um welchen sich der Unterteil des Vorderwagens beliebig umwenden und sich auch, da die Platte ein wenig elliptisch durchbrochen ist, in vertikaler Richtung bewegen kann.

Eine abweichende Konstruktion besitzen die in den Fig. 9, 61 und 62 dargestellten Kugelschemel, bei welchen die an die Vorderachse befestigte Hohlkugel in der an den Vorderteil des Kessels befestigten Kugelhülse sich nach allen Richtungen drehen kann, wodurch dem Wagen eine erhöhte Beweglichkeit gesichert wird.

2. Die Achsen der Lokomobilwagen.

Die Achse wird in der Regel aus einer schmiedeeisernen oder Stahlstange von Quadratquerschnitt hergestellt, welche an ihren Enden mit Achsenzapfen versehen ist. Die hintere Achse wird entweder gerade quer unter der Feuerbüchse angelegt und durch an die Seiten der Feuerbüchse genietete Platten getragen oder sie ist, wie in den Fig. 61

und 62, gebogen und an die auf die Seite der Feuerbüchse genieteten Winkeleisen befestigt. In diesem Falle können jedoch die Erschütterungen bei dem Transport die Lockerung der Nieten leichter als bei der vorigen Anordnung herbeiführen. Man pflegt auch statt durchlaufende Achsen nur einzelne Achsenzapfen zu verwenden und dieselben mittelst gußeiserner Hülsen an die Seiten der Feuerbüchse zu befestigen.

Die Achsenzapfen werden aus einem Stück mit der Achse geschmiedet, zuweilen werden aber Stahlzapfen an die Enden der schmiedeeisernen Achsen geschweißt. Der Zapfen wird fast durchgehend kegelförmig angefertigt; die konische Form ist deshalb vorteilhafter als die cylindrische, da sich das Rad bei ihr leichter aufschieben läßt und auch der mittlere Zapfendurchmesser schwächer sein kann, ohne daß dessen Widerstandsfähigkeit dadurch geschwächt würde, da die Verbiegung ohnehin bei dem innern Zapfen einen stärkeren Durchmesser als an dem äußeren Teile erheischt; überdies hält der konische Zapfen das Schmiermaterial besser und gewährt auf schlechtem Fahrwege dem Rade einen größeren Spielraum, als der cylindrische Zapfen.

Damit der Druck der Räder sich gegen das dickere Ende des Zapfens lenke, verleihen wir dem letztern eine kleine Biegung, wodurch sich zugleich die Räder den gewölbten Straßen besser anbequemen; da ferner die Radnabe durch den Druck der Räder fortwährend gegen den Zapfenring der Achse gedrückt wird, so wird sie nicht vom Zapfen abgleiten, wie dies bei geraden Zapfen ja vorzukommen pflegt, wogegen freilich auch der am Ende des Zapfens befestigte Ring schützt. (S. Fig. 61.)

In der Mitte des Zapfens ist ein Ring ausgedreht, damit der Zapfen das Schmiermaterial besser halte, welchem Zwecke jedoch eine an der Zapfenoberfläche abgefeilte glatte Fläche ebenso gut entspricht.

3. Die Räder des Lokomobilwagens.

Da der Achsenzapfen, wie erwähnt, ein wenig gebogen ist, so stehen die Räder selbstverständlich nicht parallel, sondern sind oben weiter als unten von einander entfernt. Damit die Radsohle nicht auf ihrer Kante läuft, wird das ganze Rad konisch verfertigt und der Reifen gesattelt angelegt, doch ist letzteres wegen der schwierigen Herstellung seltener zu finden.

Die Speichen werden bei guten Rädern derart in die Nabe eingerichtet, daß die unterhalb der Nabe befindliche Speiche immer vertikal zum Erdniveau steht; so liegen die gesamten Speichen auf einer konischen Fläche, was nicht allein für die Inanspruchnahme der Speichen sehr vorteilhaft ist, sondern auch die Festigkeit des Rades erhöht, da etwaige Stöße bei solcher Radform die Nabe nur dann aus der Radfläche

hinauszudrücken vermögen, nachdem sie zuerst die Speichen zerdrückt haben.

Der Durchmesser des Rades und die Breite der Radsohle sollen so groß sein, daß der Transport selbst auf weichen Straßen keine Schwierigkeiten bereitet. In dieser Hinsicht bemerken wir, daß je schwerer die Lokomobile ist, sie um so größere und breitere Räder besitzen muß.

In der Radnabe wird ein Schmierloch angebracht, damit man die Zapfen schmieren kann, ohne vorher die Räder zu entfernen. Dieses Schmierloch wird zumeist mit einem Spunde, welcher ein Schraubengewinde besitzt, verschlossen. Überdies ist der Zapfen des Rades gegen Staub und Schmutz zu schützen, zu welchem Zwecke das Ende der Nabe von einer Kappe verschlossen wird. (S. Fig. 132.)

Die Räder werden aus verschiedenartigen Kombinationen von Holz, Gußeisen und Schmiedeeisen verfertigt.

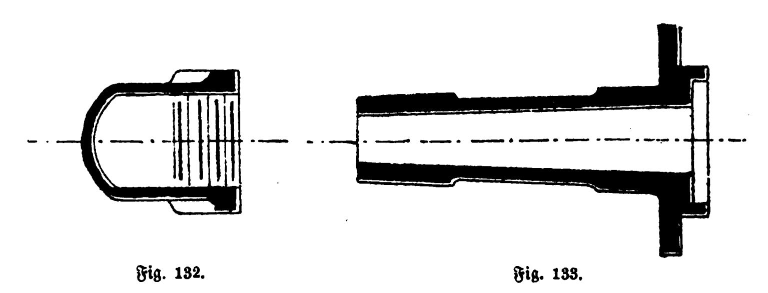


Fig. 132. Fig. 133.

Wenn die Räder ganz aus Holz sind, so soll die Radbüchse (s. Fig. 133) unbedingt aus Gußeisen sein; Nabe und Sohle aber sind durch schmiedeeiserne Ringe zu verstärken. Wenn wir die Holzräder aus gutem, trockenen, möglichst gebeiztem Holze — am besten die Speichen aus Erlenholz, die Nabe und Sohle aus Eichen-, Buchen- oder Ulmenholz — und genügend stark verfertigen, so entsprechen dieselben den landwirtschaftlichen Anforderungen, da sie die Lokomobile beim Transporte nicht in dem Maße wie die Eisenräder rütteln und den großen Vorteil besitzen, in jeder Wirtschaft leicht reparierbar zu sein.

Üblicher ist es, die Speichen und die Sohle aus Holz, die Nabe aber aus Gußeisen herzustellen. Diese Räder sind, was ihre äußere Form betrifft, gefälliger als die vorigen, aber bei großer Hitze trocknen im Sommer ihre Speichen zusammen. Wir können durch öfteres Begießen diesem Übel abhelfen, es ist aber zweckmäßig zweiteilige Naben zu verwenden, welche durch Schrauben zusammengedrückt, die Speichen

umfassen, so daß man, falls dieselben locker werden, bloß die Schrauben nachzuziehen braucht.

Bei eisernen Rädern verfertigt man die Speichen aus Schmiedeeisen, die Nabe und die Radsohle aus Gußeisen. Die Herstellung solcher Räder ist sehr wohlfeil, da die runden oder glatten Eisenspeichen in die Nabe und in die Radsohle einfach hineingegossen werden. Dagegen verdirbt die Sohle dieser Räder, wie es die Erfahrung lehrt, auf steinigen Wegen sehr leicht, weshalb deren Herstellung auch nicht besonders empfohlen werden kann.

Im allgemeinen wird eine Kombination von der Nabe aus Gußeisen, den Speichen und der Sohle aus Schmiedeeisen benutzt. In diese Naben werden Arme von flachem Schmiedeeisen eingefügt, an deren Ende Winkeleisenringe aufgenietet sind; um diese wird dann der schmiedeeiserne Reif warm aufgezogen und vernietet. Die Speichen sind in zwei Ebenen verteilt, wodurch die Festigkeit der Räder bedeutend erhöht wird. Bei einfacheren, und dann auch schwächeren Rädern sind die flachen Eisenspeichen aneinander und an den Radreif genietet.

IV. Betrieb der Lokomobile.

Bei der Behandlung der Maschinenteile haben wir bereits erwähnt, wie man dieselben in Ordnung halten muß, so daß wir jetzt nur noch die Verhaltungsmaßregeln für die Aufstellung, die Ingangsetzung, die Aufsicht bei dem Betriebe und die Arbeitseinstellung besonders hervorheben müssen.

1. Aufstellen der Lokomobile.

In landwirtschaftlichen Gebäuden muß man die Lokomobile — wie bereits erwähnt — auf möglichst harte Dielen stellen, damit dieselbe bei einer eventuellen Feuersgefahr leicht fortgezogen werden kann. Bei den im Freien arbeitenden Lokomobilen sind bei weicher Bodenbeschaffenheit Bretter unterzuschieben, und muß man hierbei darauf achten, daß die Hauptwelle der Lokomobile horizontal liegt, und daß die Feuerbüchsenseite nicht höher zu liegen kommt, als jene der Rauchkammer. Davon, ob die Lokomobile horizontal aufgestellt ist, kann man sich durch das an dem Schwungrad von der Hauptwelle herabgelassene Senkblei, oder mittelst der Libelle überzeugen.

Es ist erwünscht, daß das Schwungrad der Lokomobile mit dem Schwungrade der Arbeitsmaschine in einer und derselben Ebene zu liegen kommt; in diesem Falle liegt die Hauptwelle der Lokomobile parallel zu jener der Arbeitsmaschine.

Zuweilen werden behufs Einstellung und zugleich Fixierung der Lokomobile keilförmige Schuhe unter die Räder derselben geschoben, welche paarweise mittelst Stangen verbunden sind. Ebenso kann man die vorderen und hinteren Räderpaare mittelst eingelegter Spreizen befestigen.

Die Arbeitsmaschine wird mittelst eines Riemens oder eines Seiles durch die Lokomobile in Bewegung gesetzt, und ist die Richtung ihrer Bewegung gleich derjenigen der Lokomobile, ausgenommen den Fall, daß man den Riemen oder das Seil kreuzt, in welchem Falle die Welle der Arbeitsmaschine sich zu derjenigen der Lokomobile in entgegengesetzter Richtung bewegt. Die Geschwindigkeit der Arbeitsmaschine hängt von dem Verhältnisse ab, in dem die Durchmesser des Triebrades und des getriebenen Rades zu einander stehen. Und zwar ist z. B. das getriebene Rad der Arbeitsmaschine halb so groß, als das Schwungrad der Lokomobile, so macht die Arbeitsmaschine zweimal so viel Umdrehungen, als die Lokomobile; beträgt der Durchmesser bloß $1/3$ des Schwungrades, so betragen die Umdrehungen dreimal so viel u. s. w. So können wir der Arbeitsmaschine — innerhalb gewisser Grenzen — eine beliebige Anzahl von Umdrehungen geben, indem wir ein Triebrad von entsprechendem Durchmesser auf deren Welle befestigen.

Um den Riemen schmiegsam zu erhalten, ist es vorteilhaft, denselben nach je 2—3 monatlicher Benutzung mit lauem Wasser zu waschen, zu trocknen und dann einzufetten.

2. Inbetriebsetzung der Lokomobile.

Bevor wir die Lokomobile in Betrieb setzen, müssen wir uns überzeugen, ob der Wasserstand im Kessel ein genügend hoher, und ob die Dampfspannung eine hinreichend große ist, da sonst beide infolge des Dampfverbrauches leicht abnehmen können. Es ist daher am besten, vor Inbetriebsetzung ein lebhaftes Feuer zu unterhalten, damit der Dampfdruck langsam, aber stufenweise steigt. Hierauf untersuchen wir sämtliche Armaturgegenstände und die Speisepumpe und prüfen, ob in dem Wassergefäße genügender Vorrat ist.

Erst wenn wir am Kessel alles in Ordnung gefunden haben, beginnen wir an der Maschine die nötigen Vorbereitungen.

Vorerst untersuchen wir, ob die einzelnen Maschinenteile fest miteinander verbunden sind und ob Schrauben, Keile oder Bolzen in Ordnung sind 2c. Hierauf ölen wir die sich reibenden Teile: all diejenigen Teile, welche mit Dampf in Berührung kommen, wie Dampfcylinder, Schieber und Stopfbüchse schmieren wir mit geschmolzenem Talg oder Valvolineöl, während wir die übrigen sich reibenden Maschinenteile, wie die Lager, die Geradführung, Pleuelstange, Kreuzköpfe 2c. mit

reinem Maschinenöl, die Stopfbüchse der Pumpe aber mit Seifenwasser schmieren. Das richtige Funktionieren der Schmiervorrichtungen kontrollieren wir in der bei den Lagern angedeuteten Weise.

Wir müssen im allgemeinen jeden beweglichen Teil der Maschine von Schmutz und Rost freihalten, resp. reinigen, damit wir an der glänzenden Oberfläche derselben jeden, auch den kleinsten Riß bemerken können. Das Lockern zusammengefügter Teile zeigt sich bei dem Putzen in Form einer feinen Öllinie.

Nach dem Schmieren der Maschine kontrollieren wir die richtige Verbindung der Maschinenteile dadurch, daß wir das Schwungrad mit der Hand in der regelmäßigen Umdrehungsrichtung ein- bis zweimal umdrehen; hierauf wird das Schwungrad in der Stellung zum Stehen gebracht, in welcher der Kolben, beziehungsweise der Kreuzkopf vom toten Punkte gerechnet ungefähr $^1/_8$ seines Hubes zurückgelegt hat. Diese Stellung entspricht der Angangsstellung der Maschine, bei welcher der Dampf schon durch eine genügend große Öffnung in den Cylinder strömen kann, damit er mit dem eigenen Drucke, ohne Nachhilfe, die Maschine in Bewegung setzen kann.

Der Cylinder muß vor der Inbetriebsetzung vorgewärmt werden, da der größte Teil des warmen Dampfes sich an den Wänden des kälteren Schieberkastens und des Dampfcylinders kondensiert. Zu diesem Behufe leiten wir bei Dampfcylindern mit Dampfmantel frischen Dampf in letzteren; sonst aber öffnen wir die Dampfabsperrvorrichtung und leiten Dampf in den Cylinder, öffnen aber zugleich die Wasserablaßhähne, damit der kondensierte Dampf durch dieselben entweichen kann. Nach kurzer Zeit geben wir mit der Dampfpfeife ein Signal und öffnen langsam die Dampfabsperrvorrichtung, infolgedessen setzt sich die Dampfmaschine langsam in Bewegung und steigt deren Geschwindigkeit successive. Nachdem bei den Wasserablaßhähnen nur noch Dampf entweicht, sperren wir dieselben ab; hierauf lassen wir die Maschine leer gehen, bis dieselbe durch den Regulator geregelt mit normaler Umdrehung geht; hierauf geben wir mit der Dampfpfeife ein erneutes Zeichen zum Beginn der Arbeit.

3. Aufsicht beim Betrieb der Lokomobile.

Es ist selbstverständlich, daß die Aufsicht bei dem Betriebe der Lokomobile alle jene Arbeiten in sich faßt, welche wir bei der Handhabung des Kessels während des Betriebes erwähnten. So müssen wir trachten, im Kessel einen gleichmäßigen Dampfdruck zu unterhalten, weshalb wir auch den Manometer stets beachten müssen; außerdem müssen wir dem Wasserstande, der Wirkung der Speisevorrichtung, der

ständigen Füllung der Wasserbottiche während der Arbeit ein lebhaftes Interesse zuwenden.

Während der Arbeit der Maschine muß man die Dampfabsperrvorrichtung möglichst vollkommmen offen lassen, die Regulierung ist dem Regulator zu überlassen, welcher, falls er gut ist, dieser Aufgabe bestens entsprechen wird.

Auch das fortwährende Schmieren der sich reibenden Teile ist eine der wichtigsten Aufgaben des Maschinisten, da das Erwärmen der Lager und die infolgedessen entstehenden Übel bloß die Folge von Fahrlässigkeit sind. Daher muß man nicht nur die Schmiervorrichtungen fortwährend untersuchen, sondern auch durch Betasten der Lager und der Pleuelstangenköpfe sich darüber Gewißheit schaffen, ob das Schmieren in Ordnung geht. Erwärmte Teile müssen durch in schwachen Strahlen gespritztes Wasser gekühlt werden. Teile, bei denen beim Betasten die Hände brennen, dürfen nicht mehr mit Wasser gekühlt werden, sondern muß, wenn ein solcher Fall eintritt, der Betrieb eingestellt werden und der Fehler nach den erteilten Weisungen erforscht und gehoben werden.

Außer dem regelmäßigen Schmieren ist es auch zweckmäßig, die in den Stopfbüchsen gehenden Kolben und Schieberstangen mit Talg zu schmieren. Für den Fall, daß bei den Stopfbüchsen Dampf entströmt, muß man dieselben gleichmäßig anziehen.

Die feste Verbindung der Maschinenteile können wir durch Betasten der Lagerträger, der Excenterstange und der Pleuelstange konstatieren. Bemerken wir ein Zittern, oder hören wir Schläge, so sind die Keile und Schrauben anzuziehen.

Wir müssen unser Augenmerk auch darauf richten, ob der Dampf im Cylinder gleichmäßig verteilt wird. Die Behebung der unrichtigen Dampfverteilung hat nach den bei den Steuerungen erteilten Weisungen zu geschehen.

Man muß auf die Reinheit der Maschinenteile auch während der Arbeit achten, aber einzelne sich bewegende Teile, wie Schwungrad und Regulator dürfen nur während der Pause gereinigt werden, damit dem Arbeiter kein Unglück zustößt. Hingegen können Schieberstange, Hauptwelle und andere sich drehende oder hin und her bewegende Teile auch während des Betriebes leicht mit Schmirgelpapier gereinigt werden.

4. Einstellung des Betriebes.

Bevor wir den Betrieb einstellen, geben wir mit der Dampfpfeife ein Zeichen, damit man bei der Arbeitsmaschine die Arbeit nicht fortsetzt; wir öffnen die Wasserablaßhähne des Cylinders und schließen die Dampfabsperrvorrichtung langsam, bei kurzen Arbeitspausen besonders

darauf achtend, daß die Maschine in der Angangsstellung stehen bleibt, was wir bei einiger Übung leicht erlernen.

Vor Einstellung des Betriebes kann man Wasser in den Kessel pumpen; man muß im allgemeinen alle jene Vorsichtsmaßregeln beobachten, welche wir bei der Handhabung des Kessels hervorgehoben haben.

Nachdem die Maschine stehen geblieben, sind deren Teile sofort zu reinigen und eingehend zu untersuchen. Bei längeren Arbeitspausen ist der Baumwolldocht aus dem Schmierloche der Schmiervorrichtungen zu entfernen, damit das Öl nicht unnütz fließt; lockere Teile müssen alsdann angezogen, eventuell schadhaft gewordene Teile aber repariert werden.

Wird das Eintreiben eines Keiles nötig, so sollen wir dies nur mittelst eines Hammers aus Buchenholz oder Kupferhammers thun, da ein Eisenhammer leicht Scharten schlägt.

Pausiert die Maschine lange Zeit, so werden das Innere des Cylinders und die sich reibenden Teile der Steuerung, sowie das glänzende Gestänge und die Wellen mit Talg beschmiert, damit dieselben nicht verrosten. Überdies wird es nicht überflüssig sein, die Lokomobile mit einer Matte zu bedecken.

* * *

Allgemeine Regeln für den Betrieb der Dampfmaschine.

(Aufgestellt vom Magdeburger Verein für Dampfkesselbetrieb.)

1. Vor dem Anlassen der Maschine muß dieselbe gereinigt und geölt sein. Es ist regelmäßig zu untersuchen, ob an Kurbeln, Lagern, Kreuzkopf, Pleuelstangen u. s. w. alle Keile und Schrauben festsitzen und in Ordnung sind. Dasselbe ist bei jedem Stillstande der Maschine zu wiederholen.

2. Zum Anwärmen der Rohrleitung und Maschine ist das Dampfventil an Kessel und Maschine langsam etwas zu öffnen. Zum Ablassen des Condenswassers sind vorher alle Hähne an den Rohrleitungen und der Maschine zu öffnen.

3. Das Anlassen der Maschine muß langsam und darf nicht ohne vorhergegangenes und deutliches Signal geschehen, damit jedermann gewarnt wird, von Triebwerken fern zu bleiben. — Bei etwaigem Drehen der Schwungradwelle behufs richtiger Kurbelstellung ist mit Vorsicht zu verfahren und zu Hilfe gerufene Mannschaft vorher gehörig zu informieren.

4. Die Vornahme anderer Beschäftigung als bei der Maschine und Kessel ist dem Maschinisten so lange untersagt, bis das Ganze in regelmäßigem Gange ist.

5. **Während des Ganges** ist die Untersuchung und **Schmierung** der Maschine nur vom Maschinisten selbst und mit der größten Vorsicht auszuführen, aber stets da verboten, wo an Bewegungsteilen, wenn ohne Schutzvorrichtung, nur mit Gefahr anzukommen ist.

6. **Jedes Abstellen der Maschine** ist vorher bekannt zu machen. Das Signal muß von demjenigen für das Anstellen deutlich zu unterscheiden sein. Ob vor den regelmäßigen Stillstandspausen die Dampfspannung im Kessel sinken darf, ist von den Betriebsverhältnissen abhängig. Maschinist und Heizer haben sich nach erhaltener Weisung hierüber zu verständigen.

7. **Nach dem Abstellen der Maschine** sind sofort die Cylinderhähne zu öffnen. Bevor der Maschinist sich entfernt, hat er sich zu überzeugen, daß das Dampfventil gehörig geschlossen und Kessel, Maschine und Zubehör in sicherm Zustande sich befinden. In Winterszeiten ist bei längeren Stillstandspausen alles sorgfältig vor dem Einfrieren zu schützen und nötigenfalls Wasser- und Dampfleitung rechtzeitig zu entleeren.

8. **Beim Schichtwechsel** hat der abtretende dem antretenden Maschinisten Maschine und Zubehör in ordnungsmäßigem Zustande zu überliefern und während seiner Schicht etwa vorgekommene Unregelmäßigkeiten mitzuteilen.

9. **Läuft ein Bewegungsteil heiß**, so ist unter Beobachtung gehöriger Vorsicht zunächst direkt an die reibenden Flächen Öl zu geben und dann zu untersuchen, ob die Schmiervorrichtung in Ordnung ist. Nimmt die Wärme zu, so ist es zweckmäßig, Schwefelblumen mit Öl durch das Schmierloch zu bringen und mit kaltem Wasser zu kühlen. Hilft dies nicht, so ist ein zu starkes Anspannen der Keile und Schrauben zu vermuten und die Maschine still zu stellen, um letztere Teile etwas zu lockern. Werden die Teile dann wiederum sofort warm, so sind sie auseinander zu nehmen, sorgfältig zu reinigen und nötigenfalls nachzuhelfen.

10. **Das Schnarren der Dampfkolben** läßt ein zu starkes Anspannen der Kolbenringe vermuten. — Man versuche es durch Schmieren zu beseitigen, andernfalls sind die Ringe zu lockern.

11. **Stöße bei jedem Hube** werden in der Regel veranlaßt durch Wasser im Cylinder, durch Anstoßen der Kolben an die Deckel, durch Lockerung der Bewegungsteile oder durch unrichtige Lage derselben. Die Ursache ist genau zu ermitteln und zu beseitigen.

12. **Zu stark angespannte oder trockene Packung** der Stopfbüchsen verursacht starke Abnutzung und Zittern der Stangen. Man lockere die Schrauben, schmiere und ersetze event. die verhärtete Packung.

13. **Fängt die Dampfmaschine an, plötzlich rascher zu**

gehen, so ist nachzusehen, ob der Regulator in Ordnung ist und die Drosselklappe richtig abschließt. Das Dampfventil muß alsdann etwas geschlossen werdeu. Bei Beschränkung des Betriebes ist die Dampfspannung im Kessel durch schwächeres Heizen zu verringern oder etwa vorhandene Expansion zu verstellen.

14. Fängt die Dampfmaschine an, auffallend langsamer zu gehen, so ist nachzusehen, ob das Dampfventil ganz geöffnet, ob Regulator und Drosselklappe in Ordnung sind, sowie ob der Kessel gehörigen Dampf hat und ob sich etwa Teile heiß gelaufen haben. Etwa vorhandene Expansion ist dann zu verstellen, wenn der Betrieb mehr Kraft verlangen sollte.

15. Auffälliger Dampfverbrauch (Kohlenverbrauch) beweist in der Regel, daß Dampfkolben und Schieber undicht und Expansions-Vorrichtung falsch gestellt sind. Dem Vorgesetzten ist Meldung zu machen und am besten die Maschine durch Sachverständige untersuchen zu lassen.

Zweiter Abschnitt.

Der Lokomobilbetrieb in ökonomischer Beziehung.

Der ökonomische Wert der Lokomobile wird nicht lediglich nach jener Arbeit beurteilt, welche uns dieselbe zur Verfügung stellt, — vielmehr sind hierbei auch die Kosten dieser Arbeit in Betracht zu ziehen und gilt im allgemeinen, daß der ökonomische Wert der Lokomobile W zu der in einer gewissen Zeit verrichteten Arbeit A in geradem, zu den auf diese Zeit entfallenden Kosten K aber in umgekehrten Verhältnis steht, sodaß man schreiben kann: der ökonomische Werth $W = \frac{A}{K}$.

Vor allen Dingen ist also zu bestimmen, wie groß die Arbeit ist, welche eine Lokomobile zu verrichten vermag; denn die im Handelsverkehr übliche Benennung, die sogenannte nominelle Pferdekraft,*) entspricht nicht dem thatsächlichen Arbeitsvermögen der Lokomobile.

*) Die üblichen Erklärungen für die nominelle Pferdekraft beziehen sich auf einen bestimmten Dampfdruck; da aber derselbe bei den in der Praxis vorkommenden Lokomobilen in großen Grenzen schwankt, können wir hier von der weiteren Besprechung der nominellen Pferdekraft abstehen.

I. Das Arbeitsvermögen der Lokomobile.

Das Arbeitsvermögen der Lokomobile drückt sich nicht allein in jener Arbeit aus, welche der Dampf im Cylinder verrichtet, — es ist vielmehr auch in Betracht zu ziehen, daß ein Teil dieser Arbeit durch den aus den Bewegungen der Maschinenteile resultierenden Widerstand aufgebraucht wird, daher zur Verrichtung der Nutzarbeit uns nie die genannte Dampfarbeit zur Verfügung steht.

Das Arbeitsvermögen des Dampfes wird durch die in der Zeiteinheit verrichtete Arbeit ausgedrückt.

Unter mechanischer Arbeit verstehen wir im allgemeinen das Ergebnis der Multiplikation der im gleichmäßigen Ziehen oder Drücken sich äußernden Kraft und des von ihr mit gleichmäßiger Geschwindigkeit zurück gelegten Weges. So beträgt, wenn eine Zug- oder Druckkraft von 5 kg einen Weg von 3 m zurücklegt, die verrichtete Arbeit $5 \times 3 = 15$ kgm (km). Als Einheit wird jene Arbeit angenommen, welche 1 kg Kraft während eines Weges von 1 m entwickelt = 1 km.

Wollen wir die Arbeit des Dampfes berechnen, so müssen wir jene Kraft kennen, mit welcher der Dampf den Kolben vorwärts drückt. Diese Dampfkraft ist jedoch bei den meisten Maschinen nicht während ihres ganzen Weges eine beständige, worauf bei der Berechnung selbstverständlich Rücksicht zu nehmen ist.

A. Die Arbeit des Dampfes mit Volldruck.

Der Dampf drückt, indem er an der einen Seite des Cylinders in den letzteren tritt, den Kolben bis ans Ende seines Hubes. Somit ist die Arbeit des Dampfes während eines Hubes des Kolbens gleich dem Drucke des Dampfes auf die Gesamtfläche des Kolbens, multipliziert mit der Länge des Hubes. Ist beispielsweise der Kolbendurchmesser 24 cm, die Hublänge aber 35 cm, so beträgt die Fläche des Kolbens

$$\frac{24 \times 24 \times 3,14}{4} = 452,3 \text{ cm}^2;$$

der Druck, mit welchem z. B. ein Dampf von 4 Atmosphären auf eine Fläche von je einem Quadratcentimeter des Kolbens wirkt, ist 4 kg; auf die entgegengesetzte Seite des Kolbens aber üben der ausströmende Abdampf und der vor dem Ende der Ausströmung darin verbliebene komprimierte Dampf einen Druck in entgegengesetzter Richtuug aus, welcher in Abschlag zu bringen ist, so zwar, daß der nützliche Druck bei voller Füllung nur etwa 3,5 kg beträgt. Der durch den Dampf auf die Gesamtfläche des Kolbens geübte nützliche Druck ist also $= 452,3 \times 3,5$ kg $= 1583$ kg; die durch den Dampf während eines Hubes verrichtete Nutzarbeit

1583 kg × 0,35 m = 554 km; die während einer Umdrehung der Hauptwelle, d. h. während zweier Hube verrichtete Arbeit beträgt demnach 554 km × 2 = 1108 km.

Kennt man die Anzahl der Umdrehungen der Maschine, so wird es leicht sein, auch die per Sekunde verrichtete Arbeit des Dampfes zu bestimmen. Wenn im obigen Beispiel die Umdrehungszahl per Minute 120 wäre, so würde die Umdrehungszahl per Sekunde $\frac{120}{60} = 2$ betragen; die Arbeit des Dampfes in der Sekunde also 1108 km × 2 = 2216 km sein.

Behufs bequemer Berechnung wird bei Motoren in der Regel eine größere Einheit als 1 km angenommen. So bilden laut Herkommen 75 km eine größere Einheit und diese wird, wenngleich der Thatsache nicht entsprechend, gemeinhin eine Pferdekraft genannt, obgleich unsere Pferde durchaus nicht im stande sind, eine solche Arbeit zu verrichten.

Somit beträgt in unserm obigen Beispiele die Arbeit des Dampfes per Sekunde 2216 km : 75 km = 29,6 Pferdekraft.

B. Arbeit des Dampfes mit Expansion.

Bei unseren Lokomobilen arbeitet der Dampf mit Expansion; die Arbeit eines solchen Dampfes unterscheidet sich insofern von derjenigen des mit Volldruck arbeitenden Dampfes, als wir den Weg, den der Kolben zurückgelegt, nicht mit jenem Druck multiplizieren, welchen der Dampf besessen hat, als er in den Cylinder trat; sondern wir müssen einen solchen Mitteldruck in Rechnung ziehen, mit welchem der Dampf bei voller Füllung genau so viel Kraft entfalten würde, als er mit dem faktisch vorhandenen Druck, bei Expansion, entfaltet.

Behufs Bestimmung des Mitteldruckes wird der Indikator verwendet; die Hauptbestandteile dieser Vorrichtung sind ein Metallcylinder und ein sich in diesem bewegender Kolben, welchen eine Feder einwärts drückt, während der aus dem Dampfcylinder hierherströmende Dampf ihn aufwärts zu drücken trachtet. Die Bewegung des Indikator-Kolbens wird mittelst Schreibvorrichtung auf ein Blatt Papier gezeichnet, welches mittelst einer an den Kreuzkopf gebundenen Schnur im Kreise umgedreht wird. Die so gewonnene Zeichnung ergibt ein treues Bild der Veränderung des Dampfdruckes und kann daraus leicht der Mitteldruck des Dampfes bestimmt und zugleich auch die Dampfverteilung ermessen werden.

Diese Vorrichtung kann nur durch einen Fachmann gehandhabt werden; dem Landwirt empfiehlt sich somit zum eigenen Gebrauche

eine minder genaue Berechnung; wenn es jedoch gilt, zwischen mehreren Maschinen einen Vergleich anzustellen, — so bei Maschinenprüfungen und Konkurrenzen — so können lediglich die Daten des Indikators als maßgebend angesehen werden.

Behufs annähernder Bestimmung des den verschiedenen Füllungen entsprechenden Mitteldruckes kann die nachstehende, vom englischen Ingenieur Gooch auf Grund von Experimenten mit Lokomotiven zusammengestellte Tabelle benutzt werden, bei welcher auch schon der aus dem Gegendruck erwachsende Verlust abgerechnet ist.

Füllung	Mitteldruck	Füllung	Mitteldruck
0,25	0,40	0,60	0,78
0,30	0,46	0,70	0,85
0,40	0,57	0,80	0,93
0,50	0,67	0,90	0,98

Wenn nun beispielsweise der Manometer 4,5 Atmosphären zeigt und die Maschine mit einer Füllung von 0,40 arbeitet, so ist laut unserer Tabelle der Mitteldruck für die ganze Bahn des Kolbens = 0,57 × 4,5 kg = 2,56 kg auf je ein Quadratcentimeter der Kolbenfläche.

Da bei unserm unter Annahme von vollem Druck berechneten Beispiele die Fläche des Kolbens 452,3 cm^2 betrug, so ist der auf die Gesamtfläche des Kolbens geübte Druck 452,3 × 2,56 kg = 1157,8 kg; die durch den Dampf während eines Hubes verrichtete Arbeit 1157,8 kg × 0,35 m = 405 km; die während einer Umdrehung der Maschine verrichtete Arbeit aber 405 km × 2 = 810 km.

Wenn wir nun wieder annehmen, daß die Umdrehung der Maschine in der Sekunde 2 beträgt, so ist die Arbeit des Dampfes in der Sekunde 810 km × 2 = 1620 km.

In Pferdekräften ausgedrückt beträgt die Arbeit der Maschine in der Sekunde $\frac{1620 \text{ km}}{75 \text{ km}}$ = 21,6 Pferdekräfte.

C. Die Nutzarbeit (effektive Arbeit) der Lokomobile.

Wie bereits erwähnt, hat die Arbeit des Dampfes auch die Reibung der Maschinenteile zu bewältigen; die Hauptwelle der Lokomobile stellt uns infolge der Reibungsverluste weniger Arbeit zur Verfügung, als wir aus der im Cylinder verrichteten Arbeit des Dampfes berechnet haben. Die effektive Nutzarbeit der Maschine läßt sich am zweckmäßigsten durch eine Bremse bestimmen, die aus Holzbacken besteht, welche auf die Hauptwelle oder auf das darauf ver-

keilte Rad zu drücken sind. Durch das Zusammendrücken der letzteren entsteht zwischen den Bremsbacken und dem Rad eine große Reibung, welche von der Arbeit der Maschine bewältigt wird. Behufs Messung dieser Arbeit bildet die Verlängerung der Bremse einen Hebelarm, an dessen Ende sich eine Wagschale befindet, in die wir so lange Gewichte legen, bis die Wagstange im Gleichgewichte bleibt, d. h. bis die Maschine genau so viel Arbeit verrichtet, als durch die Reibung absorbiert wird.

Aus diesen Gewichten und der Proportion des Hebelarmes kann die durch die Maschine verrichtete Arbeit genau bestimmt werden. Noch pünktlicher kann die durch die Reibung absorbierte Arbeit ermessen werden, wenn die Bremse durch ein Dynamometer ersetzt wird, welches die durch die Lokomobile entwickelte Kraft verzeichnet. Indessen auch die Handhabung dieser Vorrichtung kann nur einem Fachmanne anvertraut werden, wie wir denn auch solche genauere Daten lediglich bei Maschinenproben brauchen.*) Für den eigenen Gebrauch des Landwirtes genügt es, wenn er von der berechneten Pferdekräfte-Anzahl für Reibungsverlust 15—20 % in Abschlag bringt. So beträgt in dem früheren Beispiel die uns seitens der Maschine faktisch zur Verfügung gestellte Arbeit:

Mit voller Füllung 23,7 — 25,2 Pferdekräfte
Mit 0,4 „ 17,3 — 18,4 „

II. Betriebskosten der Lokomobile.

Nachdem wir im bisherigen die Modalitäten kennen gelernt haben, um die uns von einer Lokomobile zur Verfügung gestellte Arbeit zu bestimmen, können wir, um auf den ökononischen Wert der Lokomobile schließen zu können, nunmehr die Betriebskosten berechnen.

Die Betriebskosten setzen sich aus dem Beschaffungspreise, den Kosten der Instandhaltung, dem Materialverbrauch und den Kosten des Maschinenwärters zusammen.

A. Verzinsung, Amortisation und Reparatur.

Wie auch aus den Daten des zu berechnenden Beispiels hervorgehen wird, verteuern die bei den Lokomobilen vorkommenden Preisunterschiede nicht wesentlich den Betrieb; denn wenn auch eine bessere Lokomobile teurer bezahlt wird, so werden deren Betriebskosten doch nicht höher zu stehen kommen, als diejenigen einer wohlfeilen und

*) Siehe: Bericht über die Prüfung von Lokomobilen von F. Schotte 1884.

schlechten Maschine. Die gute Maschine hält einerseits länger vor und so verteilt sich die Kapitalsamortisation auf einen längeren Zeitraum, andererseits aber erheischt sie weniger Reparaturen, als die wohlfeilere, aber schlechtere Maschine; und so erwachsen uns auch unter diesem Titel jährlich weniger Kosten, sodaß die Beschaffung einer kostspieligeren und besser konstruierten Maschine jedenfalls vorteilhafter, als jene einer wohlfeilen, aber sich rasch abnutzenden, ist.

Eine gut konstruierte Lokomobile erhält sich, wenn sie, wie in den meisten Fällen üblich, bloß zum Drusche verwendet wird und dabei jährlich nicht mehr als ungefähr 100 Arbeitstage hat, bei sorgfältiger Behandlung 10—15 Jahre; und so ist die zur Beschaffung der Lokomobile verausgabte Summe binnen 10—15 Jahren zu amortisieren, d. h. wir schlagen in jedem Jahre zu den Betriebskosten der Lokomobile $1/_{12}$—$1/_{15}$ des investierten Kapitals, d. i. 8 % bis 6,7 % hinzu; denn ungefähr so viel büßt die Lokomobile jedes Jahr von ihrem Werte ein.

Wir wissen, daß nach jeder Druschzeit einzelne Teile der Lokomobile repariert, andere hinwieder gegen neue auszuwechseln sind. So erwachsen uns alljährlich für die Instandhaltung der Lokomobile gewisse Kosten, welche bei größeren Maschinen im Verhältnis zum Preise der Maschine zunehmen. Die Höhe dieser Beträge wechselt mit jedem Jahre; im Anfang repräsentiert der Bedarf nur geringe Summen, später jedoch, da bereits einzelne Kesselteile auszuwechseln sind, immer höhere; nach den bisherigen Erfahrungen können an Instandhaltungskosten 5 % des Kaufpreises alljährlich berechnet werden.

Es erübrigt nur noch, die Verzinsung der zur Beschaffung der Lokomobile verausgabten Summe festzustellen. Selbstverständlich ist stets nur die Verzinsung des faktisch entsprechenden Kapitals in Anrechnung zu bringen, sodaß, wenn wir im ersten Jahre die Zinsen nach dem ganzen investierten Kapital gerechnet haben, im zweiten Jahre die Zinsen nur nach jener Summe gerechnet werden dürfen, welche nach Abschlag der erstjährigen Amortisation von dem ursprünglichen Kapital übrig bleibt. Und dies ist konsequent fortzusetzen, sodaß mit jedem Jahre eine geringere Zinsenlast zu den Betriebskosten zu zählen ist. Als Zinsfuß werden 5 % des Kapitals angenommen.

B. **Materialverbrauch.**

Der Betrieb der Lokomobile wird um so wohlfeiler sein, je weniger Kohle zur Verrichtung einer bestimmten Arbeit verbraucht wird. Nebstdem sind indessen auch die Kosten des Öles und des sonstigen Schmier- und Dichtungsmaterials in Rechnung zu ziehen.

1. Der Kohlenverbrauch.

Um den Verbrauch verschiedenartiger Kohle berechnen zu können, wird stets der einer und derselben Arbeitsquantität entsprechende Kohlenverbrauch berechnet. Da die größere Arbeitseinheit, wie schon erwähnt, die Pferdekraft ist, so wird in der Praxis in der Regel die per Pferdekraft und Stunde verbrauchte Kohlenmenge in Rechnung gezogen.

Hinsichtlich des Kohlenverbrauchs ist einesteils der Kessel von Einfluß, denn es hängt vom Kessel ab, ob bei einer gewissen Kohlensorte eine gegebene Quantität von Kohle mehr oder weniger Wasser verdampft; andererseits aber hängt es von der Maschine ab, ob zur Verrichtung einer bestimmten Arbeit mehr oder weniger Dampf notwendig ist? Wenn wir nun erfahren wollen, wie viel Kohle per Pferdekraft und Stunde verbraucht wird, so müssen wir vorerst wissen, wie viel Kohle der Kessel zum Verdampfen von 1 kg Wasser verbraucht und zweitens, wie viel Dampf die Maschine per Stunde und Pferdekraft konsumiert hat.

Wir verzeichnen also während der Experimentszeit genau die verbrauchte Kohle, was am zweckmäßigsten bewirkt werden kann, indem wir in eine Kohlenkiste stets 25 kg Kohle enthaltende Säcke entleeren, nach Abschluß des Experiments aber den Rest abwägen und in Abrechnung bringen. Wenn wir die Menge der insgesamt verbrauchten Kohle (C) durch die während derselben Zeit verbrauchte Wassermenge (W) teilen, so erhalten wir $\frac{C}{W} = c$, d. i. die zum Verdampfen von 1 kg Wasser erforderliche Kohlenmenge.

Wollen wir nun erfahren, wie viel Kohle per Pferdekraft verbraucht wurde, so multiplizieren wir einfach die zum Verdampfen von 1 kg Wasser erforderliche Kohlenmenge (c) mit der per Stunde und Pferdekraft verbrauchten Dampfmenge (D); somit ist vor allen Dingen die letztere anzurechnen.

Berechnung der per Pferdekraft und Stunde verbrauchten Dampfmenge.

Den Dampfverbrauch per Pferdekraft und Stunde bei einer im Betrieb befindlichen Lokomobile können wir mit genügender Genauigkeit bestimmen, wenn wir die in den Kessel gepumpte Wassermenge genau abmessen und sie auf die berechnete Arbeit beziehen.

Jedes Kilogramm Dampfverbrauch ist nämlich durch 1 kg Wasser zu ersetzen, wenn wir daher verzeichnen, wie viel Wasser innerhalb eines gewissen Zeitraumes verbraucht wurde*), und diese Summe durch

*) Der Wasserverbrauch wird am leichtesten kontrolliert, wenn wir zwei Bottiche von bekanntem Kubikgehalt verwenden, und während wir aus dem einen

die Dauer der Betriebszeit teilen, so erhalten wir die in der Zeiteinheit (in der Regel in einer Stunde) verbrauchte Dampfquantität in Kilogrammen.

Wenn wir nun in der gedachten Weise berechnen, mit wie viel Pferdekräften die Lokomobile gearbeitet hat und den stündlichen Dampfverbrauch durch die Anzahl der seitens der Lokomobile entwickelten Pferdekräfte teilen, so erhalten wir die per Stunde und Dampfkraft verbrauchte Dampfmenge.

So ist, wenn D den Dampfverbrauch per Stunde und Pferdekraft in Kilogrammen, W das während des Experiments in den Kessel gepumpte Wasser in Kilogrammen, Z die Zeitdauer des Experiments in Stunden, S die durch den Dampf verrichtete Nutzarbeit in Pferdekräften bezeichnet, $D = \frac{W}{Z\ S}$ und die per Stunde und Pferdekraft verbrauchte Kohle ist gleich dem Ergebnis der Multiplikation der zum Verdampfen von 1 kg Wasser erforderlichen Kohle und des per Stunde und Pferdekraft verbrauchten Dampfes, d. h. $C = c \cdot D$.

Bei Berechnung der Betriebskosten braucht man nicht die obigen — für den Vergleich mehrerer Maschinen aber sehr wertvollen — Berechnungen anzustellen, sondern es genügt, den Preis der an einem Tag verbrauchten Kohle aufzuschreiben.

2. Verbrauch an Schmiermaterial.

Die Kosten des Verbrauchs an Öl, Talg oder sonstigem Schmier- und Dichtungsmaterial wechseln zumeist nach der jeweiligen Konstruktion der Maschine. So erheischen Compound- und sonstige Lokomobilen des Zweimaschinensystems jedenfalls wesentlich mehr Schmiermaterial, als

---

pumpen, füllen wir den andern und verzeichnen, wie viel mal jeder Bottich gefüllt wurde; das zum Schlusse des Experiments übrig gebliebene Wasser wird in Abrechnung gebracht. Auch ist darauf zu achten, daß im Kessel am Ende des Experiments das Wasser ebenso hoch steht, als zu Beginn desselben. Überdies ist aber auch in Rechnung zu ziehen, wie viel von dem zur Vorwärmung des Speisewassers benutzten Dampf kondensiert wurde. Dies läßt sich leicht berechnen, wenn wir nur die Temperatur des frischen Wassers und diejenige des vorgewärmten fortwährend kontrollieren. Zur Berechnung können dann die Mitteltemperaturen dienen. War z. B. die Mitteltemperatur des frischen Wassers 15°, diejenige des vorgewärmten Wassers 75° und haben wir im ganzen während der Versuchszeit 500 kg frisches Wasser verbraucht, so bedurften wir zur Vorwärmung desselben

$$\frac{500 \times (75 - 15)}{\text{Wärmeeinheiten in 1 kg Abdampf} - \text{Wärmeeinheiten in 1 kg vorgewärmtem Wasser} = 637 - 75}$$

= 53,4 kg Abdampf; es wurde somit im ganzen 500 + 53,4 = 553,4 kg Wasser verbraucht.

jene des Einmaschinensystems. Ferner ist es evident, daß genau gearbeitete und rein gehaltene Maschinenteile weniger Schmiermaterial erfordern, als fehlerhaft konstruierte oder unter fahrlässiger Behandlung stehende. Den täglichen Verbrauch an Schmiermaterial berechnen wir sehr leicht, indem wir verzeichnen, wann der Anfang mit einer gewissen Quantität Schmiermaterial gemacht wurde, und wie lange dieselbe hinreichte. Der Preis des während einer gewissen Zeit verbrauchten Schmiermaterials, geteilt durch die Zahl der Gebrauchstage, ergibt die Kosten des täglichen Schmiermaterialverbrauchs.

C. Kosten des Maschinenwärters.

Die Behandlung der Lokomobile obliegt den für die Druschzeit gedungenen, oder den ständig in der Wirtschaft verwendeten Maschinenwärtern. Im ersten Falle sind als Arbeitskosten einfach die Taglöhne des Maschinisten und des Heizers zu berechnen, während bei dauernd angestellten Maschinisten Rücksicht darauf zu nehmen ist, durch wie viel Tage der Maschinist in der Wirtschaft effektiv verwendet werden kann; sein Jahresgehalt und die Summe seiner sonstigen Bezüge sind sodann durch die Anzahl dieser Tage zu teilen, und der erzielte Quotient kann als sein täglicher Lohn angesehen werden.

D. Beispiel zur Berechnung der Betriebskosten.

Nehmen wir an, der Beschaffungspreis einer nominell 10 pferdekräftigen Lokomobile wäre 5000 M, und dieselbe könnte effektiv nur durch 100 Arbeitstage täglich 10 Stunden arbeiten; so frägt es sich nun, auf wie hoch sich die täglichen Betriebskosten dieser Lokomobile belaufen, oder da es nicht ein und dasselbe ist, wie viel Arbeit wir durch die Lokomobile verrichten lassen, so müssen wir erfahren, wie hoch uns der tägliche Betrieb per Pferdekraft zu stehen kommt?

Der Gesamtbetrieb, dessen Größe sich in der bereits besprochenen Weise berechnen läßt, verursacht täglich die folgenden Kosten:

	M	Pf.
1. Amortisation des Kapitals (= 8 % des Kaufpreises, verteilt auf 100 Arbeitstage) .	4	—
2. Verzinsung des Kapitals (= 5 % des Kaufpreises, verteilt auf 100 Arbeitstage) .	2	50
3. Reparaturkosten (= 5 % des Kaufpreises, verteilt auf 100 Arbeitstage)	2	50
4. Arbeitslöhne (für einen Maschinisten und einen Heizer)	7	50
Latus	16	50

	Transport	16 M	50 Pf.
5.	Kohlenverbrauch (täglich 350 kg; 100 kg = 2 M)	7	—
6.	Wasserverbrauch (tägliche Kosten eines Fuhrwerkes)	5	—
7.	Öl und sonstige Kosten	2	—
	Gesamtkosten der Lokomobile für einen Tag, d. i. für 10 Arbeitsstunden	30 M	50 Pf.

Wenn wir auf der Bremse nachweisen, daß während des Betriebes effektiv 16 Pferdekräfte verbraucht wurden, so kostet jede Pferdekraft per Tag, d. i. per 10 Stunden Betriebszeit $\frac{30 . 50}{16}$ = 1 M 90 Pf.

Dritter Abschnitt.

Deutsches Kesselgesetz.

I. Polizeiliche Bestimmungen über die Anlage von Dampfkesseln.

(Vom 29. Mai 1871.)

A. Bau der Dampfkessel.

§ 1. (Kesselwandungen.) Die vom Feuer berührten Wandungen der Dampfkessel, der Feuerröhren und der Sieteröhren dürfen nicht aus Gußeisen hergestellt werden, sofern deren lichte Weite bei cylindrischer Gestalt 25 cm, bei Kugelgestalt 30 cm übersteigt.

Die Verwendung von Messingblech ist nur für Feuerröhren, deren lichte Weite 10 cm nicht übersteigt, gestattet.

§ 2. (Feuerzüge.) Die durch einen Dampfkessel gehenden Feuerzüge müssen an ihrer höchsten Stelle in einem Abstand von mindestens 10 cm unter dem festgesetzten niedrigsten Wasserspiegel des Kessels liegen. (Bei Dampfschiffskesseln von 1 bis 2 m Breite muß der Abstand mindestens 15 cm, bei solchen von größerer Breite mindestens 25 cm betragen.)

Diese Bestimmungen finden keine Anwendung auf Dampfkessel, welche aus Sieteröhren von weniger als 10 cm Weite bestehen, sowie auf solche Feuerzüge, in welchen ein Erglühen des mit dem Dampfraum in Berührung stehenden Teiles der Wandungen nicht zu befürchten ist. Die Gefahr des Erglühens ist in der Regel als ausgeschlossen

zu betrachten, wenn die vom Wasser bespülte Kesselfläche, welche von dem Feuer vor Erreichung der vom Dampf bespülten Kesselfläche bestrichen wird, bei natürlichem Luftzug mindestens zwanzigmal, bei künstlichem Luftzug mindestens vierzigmal so groß ist, als die Fläche des Feuerrostes.

B. Ausrüstung der Dampfkessel.

§ 3. (Speisung.) An jedem Dampfkessel muß ein Speiseventil angebracht sein, welches bei Abstellung der Speisevorrichtung durch den Druck des Kesselwassers geschlossen wird.

§ 4. Jeder Dampfkessel muß mit zwei zuverlässigen Vorrichtungen versehen sein, welche nicht von derselben Betriebsvorrichtung abhängig sind, und von denen jede für sich im stande ist, dem Kessel die zur Speisung erforderliche Wassermenge zuzuführen.

§ 5. (Wasserstandszeiger.) Jeder Dampfkessel muß mit einem Wasserstandsglase und mit einer zweiten geeigneten Vorrichtung zur Erkennung seines Wasserstandes versehen sein.

§ 6. Werden Probierhähne zur Anwendung gebracht, so ist der unterste derselben in der Ebene des festgesetzten niedrigsten Wasserstandes anzubringen. Alle Probierhähne müssen so eingerichtet sein, daß man behufs Entfernung von Kesselstein in gerader Richtung hindurchstoßen kann.

§ 7. (Wasserstandsmarke.) Der für den Dampfkessel festgesetzte niedrigste Wasserstand ist an dem Wasserglase, sowie an der Kesselwandung durch eine in die Augen fallende Marke zu bezeichnen.

§ 8. (Sicherheitsventil.) Lokomobilkessel müssen immer mindestens zwei Sicherheitsventile haben.

Die Sicherheitsventile müssen jederzeit gelüftet werden können. Sie sind höchstens so zu belasten, daß sie bei Eintritt der für den Kessel festgesetzten Dampfspannung den Dampf entweichen lassen.

§ 9. (Manometer.) An jedem Dampfkessel muß ein zuverlässiges Manometer angebracht sein, an welchem die festgesetzte höchste Dampfspannung durch eine in die Augen fallende Marke zu bezeichnen ist.

§ 10. (Kesselmarke.) An jedem Dampfkessel muß die festgesetzte höchste Dampfspannung, der Name des Fabrikanten, die laufende Fabriknummer und das Jahr der Anfertigung in leicht erkennbarer und dauerhafter Weise angegeben sein.

C. Prüfung der Dampfkessel.

§ 11. (Druckprobe.) Jeder neu aufzustellende Dampfkessel muß nach seiner letzten Zusammensetzung vor der Ummantelung unter Verschluß sämtlicher Öffnungen geprüft werden.

Die Prüfung erfolgt bei Dampfkesseln, welche für eine Dampfspannung von nicht mehr als fünf Atmosphären Überdruck bestimmt sind, mit dem zweifachen Betrage des beabsichtigten Überdruckes, bei allen übrigen Dampfkesseln mit einem Drucke, welcher den beabsichtigten Überdruck um fünf Atmosphären übersteigt. Unter Atmosphärendruck wird ein Druck von einem Kilogramm auf den Quadratcentimeter verstanden.

Die Kesselwandungen müssen dem Probedruck widerstehen, ohne eine bleibende Veränderung der Form zu zeigen, und ohne undicht zu werden. Sie sind für undicht zu erachten, wenn das Wasser bei dem höchsten Druck in anderer Form, als der von Nebel oder feinen Perlen durch die Fugen dringt.

§ 12. Wenn Dampfkessel eine Ausbesserung in der Kesselfabrik erfahren haben, so müssen sie in gleicher Weise, wie neu aufzustellende Kessel, der Prüfung mittelst Wasserdruckes unterworfen werden.

Wenn bei Kesseln mit innerem Feuerrohr ein solches Rohr und bei den nach Art der Lokomotivkessel gebauten Kesseln die Feuerbüchse behufs Ausbesserung oder Erneuerung herausgenommen, oder wenn bei cylindrischen und Siedekesseln eine oder mehrere Platten neu eingezogen werden, so ist nach der Ausbesserung oder Erneuerung ebenfalls die Prüfung mittelst Wasserdruckes vorzunehmen. Der völligen Bloßlegung des Kessels bedarf es hier nicht.

§ 13. (Prüfungsmanometer.) Der bei bei der Prüfung ausgeübte Druck darf nur durch ein genügend hohes offenes Quecksilbermanometer, oder durch das von dem prüfenden Beamten geführte amtliche Manometer festgestellt werden.

An jedem Dampfkessel muß sich eine Einrichtung befinden, welche dem prüfenden Beamten die Anbringung eines amtlichen Manometers gestattet.

D. Aufstellung der Dampfkessel.

§ 14. (Aufstellungsort.) Dampfkessel, welche für mehr als vier Atmosphären Überdruck bestimmt sind, und solche, bei welchen das Produkt aus der feuerberührten Fläche in Quadratmetern und der Dampfspannung in Atmosphären Überdruck mehr als zwanzig beträgt, dürfen unter Räumen, in welchen Menschen sich aufzuhalten pflegen, nicht aufgestellt werden. Innerhalb solcher Räume ist ihre Aufstellung unzulässig, wenn dieselben überwölbt oder mit fester Balkendecke versehen sind.

An jedem Dampfkessel, welcher unter Räumen, in welchen Menschen sich aufzuhalten pflegen, aufgestellt wird, muß die Feuerung so eingerichtet sein, daß die Einwirkung des Feuers auf den Kessel sofort gehemmt werden kann.

Dampfkessel, welche aus Sieberöhren von weniger als 10 cm Weite bestehen, unterliegen diesen Bestimmungen nicht.

II. Gesetz, den Betrieb der Dampfkessel betreffend.

(Vom 3. Mai 1872.)

§ 1. Die Besitzer von Dampfkesselanlagen oder die an ihrer Statt zur Leitung des Betriebes bestellten Vertreter, sowie die mit der Bewartung von Dampfkesseln beauftragten Arbeiter sind verpflichtet, dafür Sorge zu tragen, daß während des Betriebes die bei Genehmigung der Anlage oder allgemein vorgeschriebenen Sicherheitsvorrichtungen bestimmungsmäßig benutzt und Kessel, die sich in nicht gefahrlosem Zustande befinden, nicht im Betriebe erhalten werden.

§ 2. Wer den ihm nach § 1 obliegenden Verpflichtungen zuwiderhandelt, verfällt in eine Geldstrafe bis zu 600 M oder in eine Gefängnisstrafe bis zu drei Monaten.

§ 3. Die Besitzer von Dampfkesselanlagen sind verpflichtet, eine amtliche Revision des Betriebes durch Sachverständige zu gestatten, die zur Untersuchung benötigten Arbeitskräfte und Vorrichtungen bereit zu stellen und die Kosten der Revision zu tragen.

Die näheren Bestimmungen über die Ausführungen dieser Vorschrift hat der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten zu erlassen.

§ 4. Alle mit diesem Gesetze nicht im Einklang stehenden Bestimmungen, insbesondere das Gesetz, den Betrieb der Dampfkessel betreffend, vom 7. Mai 1856 (Gesetz-Sammlung S. 295) werden aufgehoben.

Urkundlich ꝛc.

III. Regulativ zur Ausübung des Gesetzes vom 3. Mai 1872, den Betrieb der Dampfkessel betreffend.

Auf Grund der Vorschrift im § 5 des Gesetzes vom 3. Mai 1872, den Betrieb der Dampfkessel betreffend, wird Nachfolgendes verordnet:

1. Ein jeder im Betriebe befindliche Dampfkessel soll von Zeit zu Zeit einer technischen Untersuchung unterliegen.

Es bleibt vorbehalten, Ausnahmen hiervon nachzulassen, insoweit dies im Interesse der öffentlichen Sicherheit unbedenklich erscheint.

2. Die technische Untersuchung hat zum Zweck, den Zustand der Kesselanlage überhaupt, deren Übereinstimmung mit dem Inhalt der

Genehmigungsurkunde und die bestimmungsmäßige Benutzung der bei Genehmigung der Anlage oder allgemein vorgeschriebenen Sicherheitsvorrichtungen festzustellen.

3. Bewegliche Dampfkessel gehören zu demjenigen Bezirke, in welchem ihr Besitzer oder Vertreter wohnt.

4. Dampfkessel, deren Besitzer Vereinen angehören, welche eine regelmäßige und sorgfältige Überwachung der Kessel vornehmen lassen, können mit Genehmigung des Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten von der amtlichen Revision befreit werden.

Es bedarf einer öffentlichen Bekanntmachung durch das Amtsblatt, wenn einem Vereine eine solche Vergünstigung gewährt oder dieselbe wieder entzogen worden ist.

Ausnahmsweise kann auch einzelnen Dampfkesselbesitzern, welche für eine regelmäßige Überwachung ihrer Dampfkessel entsprechende Einrichtungen getroffen haben, die gleiche Vergünstigung zu teil werden.

5. Die vorgedachten Vereine haben den königlichen Regierungen (resp. Landdrosteien, Oberbergämtern, in Berlin dem königlichen Polizeipräsidium) ein Verzeichnis der dem Verein angehörenden Kesselbesitzer unter Angabe der Anzahl der von denselben in dem Bezirke betriebenen Kessel, sowie eine Übersicht aller in dem Laufe des Jahres ausgeführten Untersuchungen, welche zugleich deren Art und Ergebnis ersehen läßt, am Jahresschluß einzureichen. Sie haben ferner von jeder Aufnahme eines Kessels in den Verband und von jedem Ausscheiden aus demselben dem zur amtlichen Untersuchung der Dampfkessel in dem betreffenden Bezirke berufenen Sachverständigen unverzüglich Nachricht zu geben.

Die veröffentlichten Jahresberichte sind regelmäßig dem Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten vorzulegen.

Die Vorschriften im ersten Absatze finden auch auf einzelne von der amtlichen Aufsicht befreite Kesselbesitzer (4) Anwendung.

6. Die amtliche Untersuchung der Dampfkessel ist eine äußere und eine innere. Jene findet alle zwei Jahre, diese alle sechs Jahre statt und ist dann mit jener zu verbinden.

7. Die äußere Untersuchung besteht vornehmlich in einer Prüfung der ganzen Betriebsweise des Kessels; eine Unterbrechung des Betriebes darf dabei nur verlangt werden, wenn Anzeigen gefahrbringender Mängel, deren Dasein und Umfang anders nicht festgestellt werden kann, sich ergeben haben.

Die Untersuchung ist vornehmlich zu richten: auf die Vorrichtungen zum regelmäßigen Speisen des Kessels; auf die Ausführung und den Zustand der Mittel, den Normal-Wasserstand in dem Kessel zu allen Zeiten mit Sicherheit beurteilen zu können; auf die Vorrichtungen, welche gestatten, den etwaigen Niederschlag an den Kesselwandungen zu

entdecken und den Kessel zu reinigen; auf die Verrichtungen zum Erkennen der Spannung der Dämpfe im Kessel; auf die Ausführung und den Zustand der Mittel, den Dämpfen einen freien Abzug zu gestatten, den Zustand der Feuerungsanlage selbst, die Mittel zur Regelung und Absperrung des Zutrittes der atmosphärischen Luft und zur thunlichst schnellen Beseitigung des Feuers.

Auch ist zu prüfen, ob der Kesselwärter die zur Sicherheit des Betriebes erforderlichen Vorrichtungen kennt und anzuwenden versteht.

8. Die innere Untersuchung erstreckt sich auf den Zustand der Kesselanlage überhaupt; sie umfaßt auch die Prüfung der Widerstandsfähigkeit der Kesselwände und des Zustandes des Kesselinneren. Sie ist stets mit einer Probe durch Wasserdruck nach § 11 der allgemeinen Bestimmungen für die Anlage von Dampfkesseln vom 29. Mai 1871 zu verbinden. Behufs ihrer Ausführung muß der Betrieb des Kessels eingestellt werden.

Die Untersuchung ist vornehmlich zu richten: auf die Beschaffenheit der Kesselwandungen, Nieten und Anker im Äußeren wie im Inneren des Kessels, sowie der Heiz- und Rauchrohre, der Verbindungsstutzen, wobei zu ermitteln ist, ob die Dauerhaftigkeit dieser Teile durch den Gebrauch gefährdet ist, und ob die nach Art der Lokomotiv-Feuerröhren eingesetzten Röhren nötigenfalls herauszuziehen sind; auf das Vorhandensein und die Natur des Kesselsteins; auf den Zustand der Wasserleitungsröhren und der Reinigungsöffnungen, auf den Zustand der Verbindungsröhren zwischen Kessel und Manometer resp. Wasserstandszeiger, sowie der übrigen Sicherheitsvorrichtungen; auf den Zustand des Rostes, der Feuerbrücke und der Feuerzüge des Kessels.

Die Ummantelung des letzteren muß, wenn die Untersuchung sich durch Befahrung der Züge oder auf andere einfache Weise nicht zur Genüge bewirken läßt, an einzelnen zu untersuchenden Stellen, oder wenn es sich als notwendig herausstellt, gänzlich beseitigt werden.

9. Werden bei einer Untersuchung erhebliche Unregelmäßigkeiten in dem Betriebe ermittelt, so kann nach Ermessen des Beamten in dem folgenden Jahre die äußere Untersuchung wiederholt werden.

Hat eine Untersuchung Mängel ergeben, welche Gefahr herbeiführen, und wird diesen nicht sofort abgeholfen, so muß nach Ablauf der zur Herstellung des vorschriftsmäßigen Zustandes erforderlichen Frist die Untersuchung von neuem vorgenommen werden.

Befindet sich der Kessel bei der Untersuchung in einem Zustande, welcher eine unmittelbare Gefahr einschließt, so ist die Fortsetzung des Betriebes bis zur Beseitigung der Gefahr zu untersagen. Vor der Wiederaufnahme des Betriebes ist in diesem Fall die ganze Unter-

suchung zu wiederholen, und der vorschriftsmäßige Zustand der Anlage festzustellen.

10. Die äußere Untersuchung erfolgt ohne vorherige Benachrichtigung des Kesselbesitzers.

Von der bevorstehenden inneren Untersuchung ist der Besitzer mindestens vier Wochen vorher zu unterrichten; über die Wahl des Zeitpunktes für diese Untersuchung soll der Sachverständige sich mit dem Besitzer zu verständigen suchen, um den Betrieb der Anlage so wenig wie möglich zu beeinträchtigen.

Bewegliche Dampfkessel sind von den Besitzern oder deren Vertretern im Laufe des Revisionsjahres nach ergangener Aufforderung an einem beliebigen Orte innerhalb des Revisionsbezirkes für die Untersuchung bereit zu stellen.

Falls ein Kesselbesitzer der Aufforderung des zur Untersuchung berufenen Beamten, den Kessel für die Untersuchung bereit zu stellen, nicht entspricht, so ist auf Antrag des Beamten der Betrieb des Kessels bis auf weiteres polizeilich still zu legen.

Die zur Ausführung der Untersuchung erforderliche Arbeitshilfe hat der Besitzer des Kessels den Beamten auf Verlangen unentgeltlich zur Verfügung zu stellen.

11. Für jeden Kessel hat der Kesselbesitzer ein Revisionsbuch zu halten, welches bei dem Kessel aufzubewahren ist. Dem Buche ist die nach Maßgabe der Nr. 6 der Anweisung zur Ausführung der Gewerbeordnung vom 21. Juni 1869 oder der frühern entsprechenden Bestimmungen erteilte Abnahmebescheinigung anzuhängen.

Der Befund der Untersuchung wird in dieses Revisionsbuch eingetragen. Abschrift des Vermerkes übersendet der Sachverständige der Polizeibehörde des Ortes, an welchem der Kessel sich befindet. Diese hat für die Abstellung der festgesetzten Mängel und Unregelmäßigkeiten Sorge zu tragen.

12. Der Sachverständige überreicht am Jahresschluß der Königl. Regierung (Landdrostei) des Bezirkes, in Berlin dem Königl. Polizei-Präsidium, eine Nachweisung der von ihm im Laufe des Jahres untersuchten Dampfkessel, welche den Namen des Ortes, an welchem der Kessel sich befindet, den Nameu des Kesselbesitzers, die Bestimmung des Kessels, den Tag der Revision und in kurzen Worten den Befund derselben ersehen läßt.

13. Für die äußere Untersuchung eines jeden Dampfkessels ist eine Gebühr von 15 M zu entrichten. Gehören mehrere Dampfkessel zu einer gewerblichen Anlage, so ist nur für die Untersuchung des ersten Kessels der volle Satz, für die jedes folgenden aber die Hälfte zu entrichten, wenn die Untersuchung innerhalb desselben Jahres erfolgt.

Letzteres hat zu geschehen, sofern erhebliche Anstände nicht obwalten. Ist die Untersuchung zugleich eine innere, so beträgt die Gebühr in allen Fällen 30 M für jeden Kessel.

14. Bei denjenigen außerordentlichen Untersuchungen (9), welche außerhalb des Wohnortes des Sachverständigen erfolgen, hat dieser auch auf die bestimmungsmäßigen Tagegelder und Reisekosten Anspruch.

15. Gebühren und Kosten (13. 14.) werden bei der Polizeibehörde des Ortes, wo die Untersuchung erfolgt ist, liquidiert, durch diese festgesetzt und von dem Kesselbesitzer eingezogen.

Berlin, den 24. Juni 1872.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.
(gez.) Graf von Itzenplitz.

Druck von Hermann Beyer & Söhne in Langensalza.

